

**BRUNO SERGIO PORTELA**

**ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO EM MOTORISTAS DE  
ÔNIBUS URBANOS: AVALIAÇÕES OBJETIVAS E SUBJETIVAS**

**CURITIBA**

**2008**

**BRUNO SERGIO PORTELA**

**ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO EM MOTORISTAS DE  
ÔNIBUS URBANOS: AVALIAÇÕES OBJETIVAS E SUBJETIVAS**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica do Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná, na área de concentração Fenômenos de Transporte e Mecânica dos Sólidos.

Orientador: Profº. Dr. –Ing. Paulo Henrique Trombetta Zannin

**CURITIBA**

**2008**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai Eduardo e à minha mãe Ziolé,  
por todo o apoio e suporte que deram à minha pessoa  
em todos os momentos de minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por toda a iluminação

Ao meu orientador Prof. Dr. –Ing Paulo Henrique Trombetta Zannin por ter me acolhido e confiado em minha competência, e pelo seu exemplo profissional e pessoal.

À empresa Cristo Rei de Transportes que possibilitou a realização das medições, especialmente na pessoa de seu proprietário Sr. Irineu Jucke e do funcionário administrativo Gilmar Moreira Cabral que em todos os momentos buscaram ajudar no desenvolvimento do estudo.

Aos meus colegas de laboratório: David, Carolina e Andressa.

Ao meu amigo Alex Debortoli, funcionário da URBS, que auxiliou em várias discussões e tomadas de decisão.

Ao Sr. Márcio Brandani Tenório, secretário do Programa de Pós-Graduação (PG-MEC, UFPR) pela atenção e orientações sobre as normas de funcionamento do Mestrado.

À minha namorada Cíntia por compreender a minha ausência e por transmitir toda a força e amor necessários para que eu pudesse concluir esta etapa de minha vida.

O verdadeiro mérito é como os rios:  
quanto mais profundo, menos ruído faz.

George Halifax

## RESUMO

O presente estudo teve por objetivo avaliar objetiva e subjetivamente a exposição ao ruído em motoristas de ônibus urbano na cidade de Curitiba – PR. As mensurações objetivas foram conduzidas com a finalidade de quantificar o nível de pressão sonora equivalente dentro do veículo, próximo à zona auditiva direita dos motoristas. Para tanto, foi utilizado o analisador sonoro 2238 da Brüel & Kjaer, abrangendo as medições do  $LA_{eq}$ ,  $LA_{max}$  e  $LA_{min}$ . As avaliações subjetivas constaram de um questionário contendo questões referentes à sensação de incômodo ao ruído em uma amostra de 200 motoristas. A exposição ao ruído foi avaliada em 80 veículos de quatro modelos diferentes: convencionais, ligeirinhos, micro-ônibus e articulados. Os dados coletados das medições objetivas foram transferidos para o Software Protector 7825 da Brüel & Kjaer, para posterior análise. Quanto aos dados da avaliação subjetiva, foram tabulados de forma a exibir os resultados de maneira quantitativa. A análise estatística foi realizada mediante o uso do pacote SPSS versão 15, com a utilização da média e desvio padrão, análise de variância (ANOVA One-way), teste de Tukey para comparação múltipla e coeficiente de correlação de Pearson. Os resultados demonstraram diferenças estatísticas para o ruído entre os diferentes modelos de ônibus e entre os veículos com diferentes disposições de motor. A análise do questionário não revelou diferença significativa entre motoristas que trabalhavam com diferentes modelos de ônibus, mas foi encontrada uma prevalência de incômodo ao ruído de 36% na amostra de motoristas.

**Palavras-chave:** motoristas, ruído ocupacional e ônibus urbano.

## ABSTRACT

The present study aimed to evaluate both objectively and subjectively the exposure to noise in drivers of urban bus in the city of Curitiba – PR. The objective measurements were conducted with the purpose of quantifying the sound pressure level inside the vehicle, next of the right auditory zone to the drivers. For this, the sound analyzer 2238 of Bruel & Kjaer was used in measurements of  $LA_{eq}$ ,  $LA_{max}$  and  $LA_{min}$ . The subjective evaluations consisted of a questionnaire with questions to the sensation of bother to the noise in a sample of two hundred drivers. The exposure to noise was evaluated in eighty vehicles of four different models: conventionals, fast buses, micro-buses and articulated buses. The collected data regarding the objective measurements were transferred to Software Protector 7825 of Bruel & Kjaer for posterior analysis. About the data of subjective evaluation, they were tabulated to show the results in a quantitative way. The statistical analysis was carried through by means of the package SPSS version 15, with the uses of the average and standard deviation, analysis of variance (ANOVA One-Way), test of Tukey for multiple comparison and coefficient of correlation of Pearson. The results showed statistical differences for the noise among the different models of buses and among the vehicles with different arrangements of engine. The analysis of the questionnaire did not disclose significant difference between drivers who worked with different models of buses, but it was found a prevalence of bother to the noise of 36% in the sample of drivers.

**Key words:** drivers, occupational noise and urban bus.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. NÍVEIS SONOROS COMUNS EM dB PARA AMBIENTES EXTERNOS E INTERNOS.....	26
FIGURA 2. ANATOMIA DO OUVIDO HUMANO .....	30
FIGURA 3. ÔNIBUS CONVENCIONAL ALIMENTADOR.....	45
FIGURA 4. ÔNIBUS CONVENCIONAL INTERBAIRROS.....	45
FIGURA 5. ÔNIBUS CONVENCIONAL. ....	45
FIGURA 6. ÔNIBUS DE LINHA DIRETA “LIGEIRINHO”. ....	46
FIGURA 7. ÔNIBUS ARTICULADO COM MOTOR TRASEIRO. ....	47
FIGURA 8. ÔNIBUS ARTICULADO COM MOTOR DIANTEIRO. ....	47
FIGURA 9. MICRO-ÔNIBUS.....	48
FIGURA 10. MEDIDOR DE PRESSÃO SONORA 2238 DA BRUEL & KJAER. ....	49



## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – RESULTADOS PARA MÉDIA E DESVIO-PADRÃO PARA O $LA_{eq}$ NOS DIFERENTES TIPOS DE ÔNIBUS. ....	60
GRÁFICO 2 – RESULTADOS PARA MÉDIA E DESVIO-PADRÃO PARA O $LA_{eq}$ NOS ÔNIBUS COM DIFERENTES LOCALIZAÇÕES DO MOTOR. ....	64
GRÁFICO 3. CORRELAÇÃO ENTRE O ANO DE FABRICAÇÃO E O $LA_{eq}$ PARA O MODELO CONVENCIONAL.....	65
GRÁFICO 4. CORRELAÇÃO ENTRE O ANO DE FABRICAÇÃO E O $LA_{eq}$ PARA O MODELO LIGEIRINHO.....	66
GRÁFICO 5. CORRELAÇÃO ENTRE O ANO DE FABRICAÇÃO E O $LA_{eq}$ PARA O MODELO MICRO-ÔNIBUS. ....	66
GRÁFICO 6. CORRELAÇÃO ENTRE O ANO DE FABRICAÇÃO E O $LA_{eq}$ PARA O MODELO ARTICULADO. ....	67

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – LIMITES DE NÍVEIS DE TOLERÂNCIA AO RUÍDO OCUPACIONAL, SEGUNDO AS NORMAS DE VÁRIOS PAÍSES. ....	39
QUADRO 2 – LIMITES DE TOLERÂNCIA AO RUÍDO OCUPACIONAL SEGUNDO A NORMA BRASILEIRA NR- 15. ....	40
QUADRO 3 – LIMITES DE TOLERÂNCIA AO RUÍDO OCUPACIONAL, SEGUNDO A NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL NHO-01.....	41

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. RESULTADOS OBTIDOS PARA AS MEDIÇÕES DO RUÍDO NO INTERIOR DOS ÔNIBUS CONVENCIONAIS EM dB(A). ....	53
TABELA 2. RESULTADOS OBTIDOS PARA AS MEDIÇÕES DO RUÍDO NO INTERIOR DOS ÔNIBUS “LIGEIRINHOS” EM dB(A).....	54
TABELA 3. RESULTADOS OBTIDOS PARA AS MEDIÇÕES DO RUÍDO NO INTERIOR DOS ÔNIBUS MICRO-ÔNIBUS EM dB(A). ....	55
TABELA 4. RESULTADOS OBTIDOS PARA AS MEDIÇÕES DO RUÍDO NO INTERIOR DOS ÔNIBUS ARTICULADOS EM dB(A).....	56
TABELA 5. NÍVEIS MÉDIOS ENCONTRADOS PARA AMOSTRA DE VEÍCULOS CONVENCIONAIS, LIGEIRINHOS, MICRO E ARTICULADOS....	57
TABELA 6. RESULTADOS PARA ANOVA ONE-WAY ENTRE OS DIFERENTES TIPOS DE ÔNIBUS. ....	59
TABELA 7. RESULTADO DO TESTE DE TUKEY PARA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE OS DIFERENTES MODELOS DE ÔNIBUS. ....	61
TABELA 8. RESULTADOS PARA ANOVA ONE-WAY ENTRE OS VEÍCULOS COM DIFERENTES DISPOSIÇÕES DO MOTOR. ....	62
TABELA 9. RESULTADOS DO TESTE DE TUKEY PARA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE OS DIFERENTES MODELOS DE DISPOSIÇÃO DO MOTOR NOS ÔNIBUS. ....	63
TABELA 10. CORRERAÇÕES DE PEARSON PARA COMPARAÇÃO ENTRE O ANO DE FABRICAÇÃO E AS MEDIÇÕES DE RUÍDO.....	65
TABELA 11. RESULTADOS MÉDIOS REFERENTES À APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA A IDADE E TEMPO DE TRABALHO.....	68
TABELA 12. RESULTADO PARA A QUANTIDADE DE MOTORISTAS QUE ATUAM NOS DIFERENTES MODELOS DE ÔNIBUS.....	68
TABELA 13. RESULTADO PARA FREQUÊNCIA E QUANTIDADE MÉDIAS DE INCÔMODO DO RUÍDO EMITIDO PELO ÔNIBUS. ....	69
TABELA 14. RESULTADO PARA FREQUÊNCIA E QUANTIDADE CLASSIFICADAS DENTRO DE TRÊS PADRÕES DE INCÔMODO AO RUÍDO. ....	69

TABELA 15. FREQUÊNCIA DO INCÔMODO CAUSADO PELAS FONTES SONORAS NOS MOTORISTAS.....	70
TABELA 16. FREQUÊNCIA DO INCÔMODO CAUSADO PELAS FONTES SONORAS NOS MOTORISTAS.....	70
TABELA 17. RESULTADOS MÉDIOS PARA OS EFEITOS NA SAÚDE RELATADOS PELOS MOTORISTAS.....	72
TABELA 18. RESULTADOS DOS EFEITOS NA SAÚDE RELATADOS PELOS MOTORISTAS.....	72
TABELA 19. QUANTIDADE MÉDIA DE INCÔMODO CAUSADO PELAS FONTES SONORAS NOS MOTORISTAS.....	73
TABELA 20. QUANTIDADE DE INCÔMODO CAUSADO PELAS FONTES SONORAS NOS MOTORISTAS.....	73
TABELA 21. RESULTADOS PARA ANOVA ONE WAY ENTRE OS MOTORISTAS QUE TRABALHAVAM COM DIFERENTES MODELOS DE VEÍCULOS.....	74

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\text{dB(A)}$  – ESCALA DECIBÉL

NPS – NÍVEL DE PRESSÃO SONORA

$\text{LA}_{\text{eq}}$  – NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EQUIVALENTE

$\text{LA}_{\text{max}}$  – NÍVEL DE PRESSÃO SONORA MÁXIMO

$\text{LA}_{\text{min}}$  – NÍVEL DE PRESSÃO SONORA MÍNIMO

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	16
1.1 OBJETIVOS .....	18
1.1.1 Objetivo Geral .....	18
1.1.2 Objetivos Específicos .....	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	19
2.1 SISTEMA DE TRANSPORTE DE CURITIBA.....	19
2.2 A PROFISSÃO DE MOTORISTA.....	21
2.3 CONCEITOS FÍSICOS DO SOM .....	24
2.4 PRESSÃO SONORA .....	25
2.5 NÍVEL DE PRESSÃO SONORA .....	27
2.6 NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EQUIVALENTE $L_{eq}$ .....	28
2.7 PROCESSO FÍSICO DA AUDIÇÃO .....	29
2.7.1 Ouvido Externo.....	30
2.7.2 Ouvido Médio .....	31
2.7.3 Ouvido Interno.....	32
2.7.3.1 Cóclea .....	33
2.7.3.2 Órgão de Corti.....	33
2.8 EFEITOS DO RUÍDO NO SER HUMANO.....	34
2.9 LEGISLAÇÃO REFERENTE AO RUÍDO OCUPACIONAL .....	38
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
3.1 LOCAL DA REALIZAÇÃO DO ESTUDO E AMOSTRA.....	43
3.2 TIPOS DE ÔNIBUS.....	44
3.2.1 Ônibus Convencionais.....	44
3.2.2 Ônibus de Linha Direta “Ligeirinhos” .....	46

3.2.3 Ônibus Articulados .....	46
3.2.4 Micro-Ônibus .....	47
3.3 MEDIÇÃO DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EQUIVALENTE $LA_{eq}$ .....	48
3.3.1 Medidor de Pressão Sonora.....	48
3.3.2 Calibrador Acústico .....	48
3.4 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO .....	50
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	52
3.6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBJETIVOS .....	53
4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS OBJETIVOS.....	59
4.3 RESULTADOS DA ANÁLISE SUBJETIVA.....	67
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS DOS DADOS SUBJETIVOS .....	74
5 CONCLUSÃO.....	76
REFERÊNCIAS.....	78
APÊNDICE I .....	84
APÊNDICE II .....	85

## 1 INTRODUÇÃO

Com o advento dos veículos automotores, no início do século passado, era de se esperar um aumento da produção e utilização destes com o passar dos anos, devido ao crescimento da população e a necessidade de locomoção por distâncias maiores e em menores intervalos de tempo. Essa “modernização da humanidade” acentuou-se a partir da década de 1950, provocando uma nova demanda de serviços de transporte. A utilização de ônibus, para o transporte coletivo de superfície, foi uma das soluções apontadas para o auxílio na condução das pessoas.

Essa solução simples, apontada há vários anos, se consolidou como um dos serviços mais essenciais à sociedade, tanto nas grandes e médias cidades, como nas pequenas em âmbito mundial. O transporte por meio de ônibus urbano ou intermunicipal auxilia na movimentação da população de diversas formas, desde a ida para o trabalho ou escola até o uso em atividades de lazer.

O transporte coletivo urbano realizado por ônibus constitui, então, uma prestação de serviços essencial na sociedade atual. O Brasil, com seu imenso território e grande população, apresenta uma densa malha viária, tanto para o transporte urbano quanto para o intermunicipal.

Apesar de todo esse crescimento no transporte coletivo, toda a responsabilidade da condução de uma viagem cai sobre uma única pessoa, o motorista. De acordo com Santos Junior (2003), fatores como condições de vida (origem, grau de instrução, moradia, alimentação), de trabalho (assistência médica, características dos ônibus, duração da jornada de trabalho), ambiente de trabalho (ruído, vibração, temperatura elevada, poluentes químicos) e outros vão determinar situações adversas na saúde desses trabalhadores, podendo muitas vezes influir negativamente.

Analisando a situação de trabalho do motorista, encontramos um fator invisível que pode colaborar para um estado de desconforto, bem como ser danoso para a saúde, o ruído. O ruído é definido como um som indesejável, sendo que sua percepção pode ser diferente, dependendo do ouvinte e do seu interesse. Um mesmo estímulo sonoro pode ser considerado agradável ou



desagradável, o que para algumas pessoas pode ser apreciado como uma fonte sonora agradável para outros pode não passar de um ruído insuportável (AZEVEDO, 2004).

Encontramos pessoas expostas ao ruído em vários ambientes, em atividades de lazer, esporte ou, ainda, no ambiente de trabalho. Em várias cidades do mundo, o nível de ruído aumenta na razão de 2 dB(A) por ano (MORATA, 1986 *apud* AZEVEDO, 2004). Com isso, é visto que existe uma tendência mundial de aumento na quantidade de ruído que é percebida pelo homem.

Os motoristas estão sujeitos a elevados níveis de pressão sonora, devido à jornada de trabalho em média de 8h por dia, direção de veículos velhos (na maioria dos casos, com defeitos mecânicos e localização do motor na frente do ônibus), estradas e ruas com pavimentação inadequada e também a grande movimentação de passageiros. Essa exposição diária e prolongada pode acarretar manifestações patológicas não-auditivas, tais como alguns transtornos digestivos, alterações do sono, transtornos comportamentais, entre outros (BABISCH, 1998; CORREA FILHO et al., 2002). A Organização Mundial da Saúde reconheceu o ruído como um dos fatores de risco para a hipertensão arterial (POWAZKA et al., 2002).

De acordo com Cohen (1973), o ruído não é somente perigoso para a audição. Ele pode induzir respostas reflexas, estresse, e pode afetar atitudes no trabalho e no comportamento, de acordo com a quantidade da exposição.

Os ruídos ouvidos na rua, como buzinas ou motores de carros, sirenes de veículos de socorro, ruídos de avião, motocicletas, helicópteros e máquinas de construção, além de vozes de pessoas, são sons que podem transformar o ambiente sonoro, com graves conseqüências sobre o aparelho auditivo e as funções orgânicas (LACERDA, 1976).

Segundo Gerges (2000), é evidenciado que existem alguns efeitos produzidos pelo ruído nos sistemas extra-auditivos, tais como: aceleração da pulsação, aumento da pressão sangüínea, dilatação de pupilas, aumento da produção de hormônios da tireóide, contração estomacal e abdominal. Esses fenômenos fisiológicos aparecem sob forma de alterações de comportamento: nervosismo, fadiga mental, frustração, prejuízos no desempenho do trabalho,

aumentando o número de ausências e conflitos sociais entre os operários expostos ao ruído.

Evidências sobre a necessidade do estudo do ruído em ônibus são evidenciadas no estudo de Tse et al. (2006), que apresenta uma revisão de 50 anos de estudos com tais trabalhadores, em que não se aborda em nenhum momento o problema da exposição ao ruído nos motoristas de ônibus. Dessa forma, torna-se relevante a avaliação da exposição ocupacional ao ruído em motoristas de ônibus urbanos, buscado tanto quantificar o nível de pressão sonora encontrado dentro dos veículos, quanto identificar o grau de desconforto e influência negativa na saúde destes trabalhadores.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

O presente estudo teve por objetivo avaliar a exposição de motoristas de ônibus urbano ao ruído ocupacional na cidade de Curitiba – PR.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Quantificar o nível de pressão sonora dentro dos ônibus.
- Comparar a exposição dos motoristas ao nível de pressão sonora com as normas brasileiras.
- Avaliar subjetivamente o nível de desconforto causado pelo ruído nos motoristas.
- Verificar se existe diferença estatística entre modelos de ônibus com características diferentes.
- Correlacionar o nível de pressão sonora com o ano de fabricação dos veículos.
- Verificar se existe diferença estatística em relação ao incômodo ao ruído entre os motoristas que trabalham com diferentes modelos de ônibus.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SISTEMA DE TRANSPORTE DE CURITIBA

O planejamento urbano de Curitiba é considerado um modelo de desenvolvimento sustentável para outras cidades e é mundialmente reconhecido (MACLEOD, 2008). Para alcançar esse patamar, foi necessário desenvolver adaptações constantes, com a finalidade de melhorar o desempenho do transporte.

De acordo com Taniguchi et al. (2006), o primeiro plano ou traçado urbano data do ano de 1855, quando o engenheiro francês Pierre Taulois previu um desenho mais regular para a malha viária da cidade. Posteriormente, em 1910, foram introduzidos os bondes elétricos no transporte, que operariam até 1952. Somente a partir de 1943 é que um planejamento formal, a fim de estruturar o transporte curitibano, foi adotado.

Vera e Fischmann (1999) relatam que, na década de 60, respondendo à necessidade de planejar o crescimento linear da cidade, a prefeitura de Curitiba optou pelo planejamento de um sistema de transporte de massa que atendesse às necessidades da época e induzisse o adensamento populacional em áreas predefinidas. Desta forma, inicia-se todo o processo que conduziria a capital paranaense a desenvolver um sistema de transporte mais moderno que se adaptaria às condições da população e se tornaria no futuro um exemplo de planejamento e execução de sistema de transporte.

O transporte coletivo urbano teve suas diretrizes lançadas em 1960, cujo modelo perdurou até 1974, com a implantação do modelo embrionário que depois se tornaria a chamada Rede Integrada de Transporte (VERA e FISCHMAN, 1999). Em 1980, é realizado um grande diagnóstico da cidade, através do plano municipal de desenvolvimento urbano, que traça diretrizes para o desenvolvimento da cidade. Nessa mesma época, é inaugurada a Rede Integrada de Transporte e implantada a integração físico-tarifária, que utiliza apenas uma tarifa para a locomoção entre dois ou mais terminais.

As inovações tecnológicas se iniciaram na década de 70, quando técnicos da Volvo e da prefeitura de Curitiba desenvolveram o projeto do

ônibus modelo padron, de acordo com o site sobre o transporte coletivo curitibano (<http://www.onibusdecuritiba.com.br>, 2008). O ônibus padron foi o primeiro modelo focado no transporte urbano de passageiros desenvolvido nacionalmente. A grande maioria dos ônibus em operação nessa época eram simplesmente chassis de caminhões, com carroceria adaptada para transporte de passageiros.

A década de 90 trouxe outras inovações no transporte, com a introdução do ônibus chamado “ligeirinho”, que percorre a inovadora Linha Direta, com maior distância entre os pontos e embarque em modernas estações tubo. Também foram adicionados os modelos bi-articulados, com capacidade para 270 passageiros, que seguem por uma via única denominada “canaleta” ([www.onibusdecuritiba.com.br](http://www.onibusdecuritiba.com.br), 2008). Desta forma, proporcionou-se mais agilidade e uma maior eficiência ao transporte de Curitiba.

Atualmente, as linhas diretas (com veículos do tipo “ligeirinho”) operam com ônibus do tipo padrão na cor prata, com paradas, em média, a cada 3 km e com embarque/desembarque em nível nas estações tubo. São linhas complementares, principalmente das linhas expressas e interbairros. A implementação dessas linhas diretas, de maneira planejada e com a finalidade de proporcionar um transporte rápido, seguro e de baixo custo, coloca a capital paranaense como alvo de muitos estudos, a fim de examinar o sucesso desta nova modalidade de transporte (JARZAB et al, 2002; LEVINSON et al., 2002; VUCHIC, 2002).

Encontram-se encontrar também no transporte curitibano as linhas troncais, que operam com veículos do tipo padrão ou articulados, na cor amarela, e ligam os terminais de integração ao centro da cidade, utilizando vias compartilhadas. As linhas convencionais operam com veículos do tipo comum ou micro, na cor amarela, e ligam os bairros ao centro, sem integração. A linha circular-centro opera com veículos tipo micro, na cor branca, com deslocamentos, custos e tarifa diferenciada, ligando os principais pontos atrativos da área central da cidade de Curitiba.

As linhas “expressas” são operadas pelos veículos bi-articulados, na cor vermelha, que ligam os terminais de integração ao centro da cidade, através das “canaletas” exclusivas, sendo os embarques/desembarques são

feitos em nível nas estações tubo existentes no trajeto (iguais às utilizadas na linha direta). Silva e Sant'Anna (2006) destacam a utilização de vias exclusivas para essas linhas, o que demonstra um avanço em termos de planejamento e execução do transporte coletivo.

As linhas alimentadoras são operadas por veículos do tipo padrão ou articulados, na cor laranja, que ligam terminais de integração aos bairros da região. As linhas interbairros são operadas por veículos tipo padrão ou articulados, na cor verde, que ligam os diversos bairros e terminais sem passar pelo centro.

Há ainda as linhas inter-hospitais, que ligam os principais hospitais e laboratórios, em um raio de aproximadamente 5 km da área central. As linhas turismo, com saída do centro, passam pelos principais parques da cidade e possuem tarifa diferenciada. Por fim, as linhas SITES - Sistema Integrado do Ensino Especial, atende a rede de escolas especializadas para portadores de deficiência física e/ou mental (sem custo para o usuário).

O transporte urbano na cidade de Curitiba tem sido, nos últimos anos alvo de muitos estudos envolvendo questões ambientais, estruturais, sociais e de saúde pública (SMITH e HENSHER, 1998; HERBST, 1992; GIOVANINI, 2002; ZANNIN et al., 2003; ZANNIN, 2006). De acordo com o *site* do Transporte Coletivo de Curitiba, atualmente dois milhões de passageiros utilizam diariamente o Sistema Integrado de Transporte Coletivo de Curitiba, composto por 1.877 ônibus, que atendem 469 linhas. O sistema é responsável pelo emprego direto de 14.656 pessoas, entre elas motoristas, cobradores, fiscais, mecânicos, entre outras profissões correlacionadas. O sistema de transporte de Curitiba já conquistou alguns prêmios internacionais pela sua eficiência como, por exemplo, o “Building and Social Housing Foundation Award”, e o “Worldwatch Institute” (GIOVANINI, 2002).

## 2.2 A PROFISSÃO DE MOTORISTA

O Brasil possui uma grande quantidade de caminhões e ônibus, sendo que o transporte interno de produtos agrícolas, industrializados, matéria prima, passageiros, entre outros, é realizado quase que inteiramente por transportes

rodoviários. Constata-se, também, aumento da utilização de veículos de transporte dentro do ambiente urbano, como consequência do aumento populacional e melhoria do setor econômico.

A capacidade do ser humano de dominar as máquinas motorizadas lhe proporcionou uma importante forma de engaja-ser no mercado de trabalho. O homem, quando dirige um veículo automotivo, pode fazê-lo como forma de lazer, necessidades pessoais ou como instrumento de trabalho. O motorista pode atuar na área de transporte de cargas, encomendas, passageiros ou como piloto de veículos de velocidade. Essa afirmação evidencia a grande importância que o motorista desempenha tanto no setor social quanto no econômico.

As exigências do trabalho fazem com que o motorista permaneça muito tempo sentado e isolado, para garantir a segurança durante o trajeto. Estes cuidados são acentuados quando se transportam passageiros. A manutenção da postura no assento, que não possui as condições ergonômicas necessárias, o estresse em trânsito congestionados, a poluição, desavenças com os passageiros e muitos outros fatores caracterizam uma profissão altamente fatigante (MILOSEVIC, 1997). Acrescido a estes fatores supramencionados, o motorista está exposto a um nível de ruído excessivo, temperaturas elevadas e vibrações constantes (NASCIMENTO, 2003).

Quanto ao posto de trabalho do motorista, nota-se o crescimento da preocupação com a profissão, bem como dos investimentos das montadoras, indústrias de peças e equipamentos, na qualidade e segurança dos veículos, para que eles sejam capazes de atender às exigências do público consumidor e também possam assegurar todo conforto e bem-estar aos motoristas e passageiros. Proporcionou-se, dessa forma, um ambiente de trabalho mais saudável para os motoristas, englobando tanto aspectos físicos, mentais e ambientais.

Destaca-se na profissão de motorista a atividade mental, que, em sua situação laboral, exige uma demanda de concentração considerável. Grandjean (1998), descreve como características que definem a atividade mental a recepção de informações, a memória e a vigilância. Estas, entretanto, são características comuns ao cotidiano, embora sejam mais exigidas em algumas

situações. Assim, atividades laborais que implicam receber e analisar informações, processando e emitindo respostas, memorização de controles, mostradores e botões e manter-se por longos períodos em estado de vigília, podem ser entendidas como profissões que necessitam de elevada participação do sistema nervoso.

Neste sentido, o motorista deve manter a atenção constante, ter precisão na realização das ações, autocontrole, direção defensiva, analisar e interpretar as informações fornecidas pelos equipamentos do veículo. O sistema auditivo, visual, a percepção, a coordenação de movimentos e o raciocínio rápido para manipular os mecanismos e equipamentos do veículo, estacionar, avançar, desviar, são solicitações que devem ser percebidas, analisadas e respondidas em frações de segundos (QUEIROGA, 1999). Talvez isto caracterize a exigência mental, aliada às exigências dos órgãos dos sentidos, fundamentais na função de motorista. Dessa forma, essa profissão torna-se desgastante também, devido à atenção e ao estado de alerta que o profissional deve manter constantemente.

Neste aspecto, Milosevic (1997) classificou a profissão de motorista como uma "tarefa de vigília". Sato (1996) constatou que a atividade do motorista de ônibus coletivo é penosa, propondo que se regule a "penosidade" da atividade, garantindo-se com isto os direitos destes trabalhadores.

A exigência mental da profissão, combinada com fatores econômicos, administrativos e sociais, pode aumentar as cargas de estresse no organismo. O estresse é uma disfunção geradora de distúrbios orgânicos dos mais variados no ser humano (GRANDJEAN, 1998). São vários os fatores que podem desencadear o estado de estresse, além de este poder ser favorecido pelo padrão de comportamento do indivíduo. Por exemplo, o indivíduo com uma personalidade que o caracteriza como agitado, agressivo, competitivo, impaciente, possui maiores chances de desenvolver doenças cardíacas (BABISCH, 1998).

Segundo Gulian et al. (1989), os fatores que definem o estado de estresse nos motoristas são relacionados com a agressividade na direção, aversão em dirigir, tensões e frustrações, estado de alerta e concentração

elevada. Uma afirmação que traduz a atividade, na visão dos motoristas de ônibus urbano da cidade de Campinas, e que choca devido à clareza da frase, foi citada no estudo de Cordeiro et al., (1993), onde os profissionais que participaram do estudo foram enfáticos em apontar o trabalho em veículos coletivos de transporte urbano como a pior opção que a eles se apresenta.

Assim sendo, entende-se que a profissão de motorista pode gerar, em muitos casos, absenteísmo, irritabilidade, fadiga e aposentadorias precoces (MULDERS et al., 1982). Tais transtornos podem se iniciar com as elevadas cargas psicofisiológicas da profissão (GULIAN et al., 1989).

## 2.3 CONCEITOS FÍSICOS DO SOM

Considera-se o som, em termos físicos, como uma sensação associada a flutuações de pequena escala da pressão do ar em torno da pressão atmosférica média local (SCHULTZ, 1982). Na realidade, qualquer meio elástico como o ar, a água ou o concreto pode propagar o som, mas a propagação no ar é a mais importante para o entendimento deste estudo. Dependendo da natureza do som, essas flutuações podem ou não seguir padrões repetitivos. Através delas, a energia é transmitida pelos meios gasoso, líquido ou sólido pelo qual o som se propaga, a partir da fonte sonora (HASSAL e ZAVERI, 1979).

O ruído pode ser definido como um som indesejável (HASSAL e ZAVERI, 1979). Normalmente, é o resultado de atividades humanas do dia-a-dia, tais como, trabalho, lazer, ou o inocente chorar de uma criança que pode ser considerado como ruído. Portanto, a diferença entre som e ruído reside apenas na percepção subjetiva das pessoas, pois constituem o mesmo fenômeno físico (GOELZER et. al., 2001).

A propagação do som em um meio resulta do movimento das partículas daquele meio. Se excitada por uma vibração mecânica, uma partícula é deslocada de sua posição de equilíbrio de uma certa distância. Essa partícula deslocada acaba por empurrar a sua vizinha na mesma direção, enquanto que ela retorna à posição de equilíbrio. A vizinha então causa um deslocamento em sua próxima e assim por diante. Uma partícula analisada separadamente



apresentará um movimento oscilatório de pequenos deslocamentos, mas esse movimento é propagado pelas diversas partículas do meio no que se caracteriza como uma onda. A energia sonora é transmitida através dessa onda.

Para compreender como se processa propagação do som, utiliza-se a definição de frequência sonora. Entende-se por frequência sonora o número de ciclos (repetições) de uma onda sonora no intervalo de tempo de um segundo, expressa pela unidade chamada Hertz (Hz).

A faixa de frequência sonora audível do ser humano, considerando um indivíduo jovem e saudável, varia de 20 a 20.000 Hz. Sons que ocorrem em frequências inferiores a 20 Hz são denominados de infra-sons, e os que ocorrem em frequências acima de 20.000 Hz são denominados de ultra-sons.

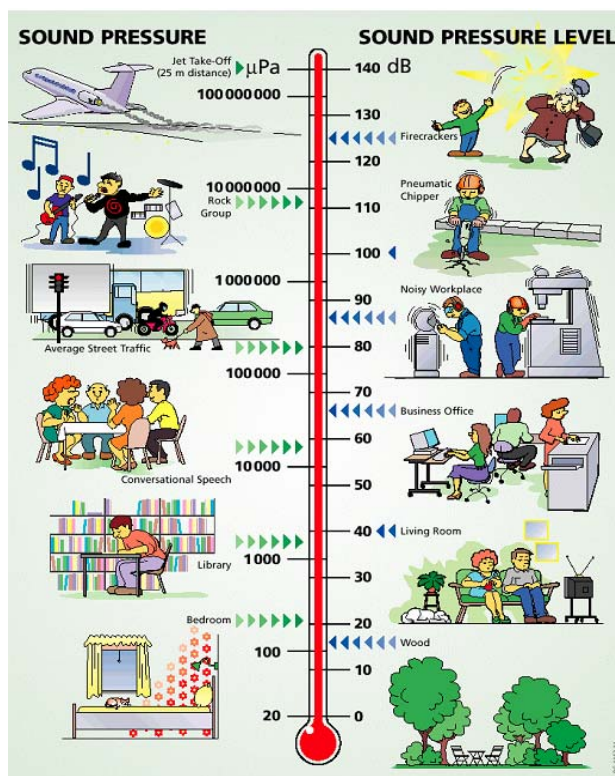
## 2.4 PRESSÃO SONORA

Associa-se o som com o deslocamento das partículas de um meio elástico, em relação a suas posições de equilíbrio. Dessa forma, as compressões e expansões do meio causam flutuações de pressão. Como essas flutuações ocorrem devido à transmissão de um som, recebem a denominação de pressão sonora (GERGES, 2000). A unidade usual para a pressão sonora é o Newton por metro quadrado ( $\text{N/m}^2$ ) ou Pascal (Pa). Existe um valor de pressão sonora abaixo do qual o sistema auditivo dos seres humanos não é mais sensibilizado. Esse valor é de aproximadamente  $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ , ou 20  $\mu\text{Pa}$  (KINSLER et al., 1982). Qualquer nível de pressão sonora maior ou igual a este valor é traduzido pelo ouvido humano como uma sensação auditiva.

Os métodos usuais de medição ou de representação da pressão em uma escala linear trazem problemas quando o objetivo é representar a resposta do ouvido humano. A menor pressão sonora (ou o menor som audível), detectada na frequência de 1000 Hz, para uma amostragem de indivíduos jovens e saudáveis, foi de 20  $\mu\text{Pa}$  ou  $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ . Este valor foi normalizado e tornou-se o valor de referência do limiar da audição, com o

objetivo de medições de níveis sonoros (GERGES, 2000). Do outro lado da escala ocorre o limiar da dor a uma pressão de aproximadamente 200 Pa.

Portanto, percebe-se que a aplicação de escalas lineares para a medição de pressão sonora leva a utilização de números muito dispares, sendo por isso pouco prático, para não dizer indesejável. Ainda, o ouvido humano não responde linearmente, mas logarithmicamente a uma dada excitação. Por estes motivos, foi convencionado expressar grandezas acústicas por meio de uma razão logarithmica de um valor de interesse (medido) em relação a um valor de referência. Isto reduz os números a proporções mais condizentes com a realidade. A escala resultante é chamada de escala Bel (em homenagem a Alexander Graham Bell) e é definida pelo logaritmo de base 10 da razão entre potências ou intensidade sonoras, também do quadrado da razão entre pressões sonoras (QUADROS, 2004). Esta escala pode ser ainda subdividida em 10 partes, para melhor aplicação prática, gerando-se então a escala decibel (dB), largamente utilizada (LAGE, 2003). A figura 1 ilustra o termômetro do ruído.



FONTE: BRUEL & KJAER (2002)

FIGURA 1. NÍVEIS SONOROS COMUNS EM dB PARA AMBIENTES EXTERNOS E INTERNOS.

## 2.5 NÍVEL DE PRESSÃO SONORA

Como dito anteriormente, o som ou o ruído se caracterizam por flutuações da pressão atmosférica em torno da pressão de equilíbrio. O ouvido humano é capaz de perceber sons a partir da ordem de  $20 \mu\text{Pa}$  ou  $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ , sendo que sons a partir de  $200 \text{ Pa}$  causam a sensação de dor. Devido à grande variação nas ordens de grandeza envolvidas nesses valores, buscou-se uma escala logarítmica para se expressar os níveis de pressão sonora ao invés de se usar a escala linear da própria pressão do ar. Como a escala logarítmica exige uma base de referência, adotou-se o limiar da audição humana como base.

Por definição, o nível de pressão sonora (NPS) decibel, é dez vezes o logaritmo de base dez da razão entre o quadrado da pressão sonora efetiva pelo quadrado da pressão sonora de referência.

$$NPS = 10 \cdot \log \left[ \frac{p_{ef}^2}{p_o^2} \right] = 20 \cdot \log \left[ \frac{p_{ef}}{p_o} \right] \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

NPS = nível de pressão sonora referente ao nível de referência [dB]

$p_{ef}$  = pressão sonora medida ou efetiva [ $\text{N/m}^2$ ]

$p_o$  = pressão de referência, tomada como nível zero [ $\text{N/m}^2$ ]

De acordo com os padrões internacionais, a pressão de referência é de  $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$  (0,0002 microbar) (QUADROS, 2004).

Sendo a pressão efetiva a pressão representativa da ocorrência de várias pressões no período de medição, é comum, em algumas literaturas, encontrar-se a sua denominação como pressão global. Conseqüentemente, tem-se o nível global de pressão sonora.

Para se calcular a pressão em Pa, a partir de um valor em dB, faz-se:

$$NPS = 10 \cdot \log \left[ \frac{p^2}{p_o^2} \right] \Rightarrow \frac{NPS}{10} = \log \left[ \frac{p^2}{p_o^2} \right] \quad (2)$$

$$p^2 = 10^{\left(\frac{NPS}{10}\right)} \cdot p_o^2 \quad [N/m^2] \quad (3)$$

$p$  = pressão sonora devida a uma fonte para uma determinada medição  $[N/m^2]$

NPS = nível de pressão sonora [dB]

$p_o$  = pressão sonora de referência =  $2 \times 10^{-5} N/m^2$

## 2.6 NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EQUIVALENTE $L_{eq}$

O potencial de danos à audição de um dado ruído depende não somente de seu nível, mas também de sua duração (GERGES, 2000). Normalmente, os níveis de ruído podem variar durante um determinado intervalo de tempo. O nível sonoro equivalente é um nível constante que equivale, em termos de energia acústica, aos níveis variáveis do ruído, durante o período de medição. Assim, é definido um valor único, chamado nível equivalente de pressão sonora,  $L_{eq}$ , que é o nível sonoro médio, resultante da integração ao longo de um intervalo de tempo. Ou seja:

$$L_{eq} = 10 \cdot \log \left\{ \left( \frac{1}{t} \right) \cdot \left[ \int_{t_1}^{t_2} \left( \frac{p(t)}{p_o} \right)^2 dt \right] \right\} \quad [dB] \quad (4)$$

$L_{eq}$  = nível equivalente de pressão sonora [dB]

$t = (t_2 - t_1)$  = tempo total de duração [s]

$p(t)$  = pressão sonora instantânea  $[N/m^2]$

$p_o$  = pressão sonora de referência =  $2 \times 10^{-5} N/m^2$

A expressão mostra que o nível equivalente é representado então por um valor constante que durante o mesmo tempo  $T$  resultaria na mesma energia acústica produzida pelos valores instantâneos variáveis de pressão sonora.

Portanto, um nível equivalente  $L_{eq}$  tem o mesmo potencial de lesão auditiva que um nível variável considerado no mesmo intervalo de tempo. Os critérios para lesão permitem essa equivalência até aproximadamente 115 dB(A) de nível máximo, a partir do qual podem ocorrer lesões com exposição de curta duração.

O ouvido humano não é igualmente sensível ao som em todo um espectro de freqüências, por exemplo, um ser humano adulto e saudável quando exposto a dois ruídos iguais em intensidade, mas em freqüências distintas, apresenta uma sensação auditiva para cada um. Para que os níveis de pressão sonora medidos fossem capazes de reproduzir a subjetividade do ouvido humano, foram criadas curvas de compensação ou ponderação designadas pelas letras A, B e C. A curva de ponderação A é a mais indicada para o estudo do ruído, por ser a curva mais representativa da sensação auditiva humana. O decibel linear ou bruto (dB ou dB(L)) ponderado pela curva A é denominado de dB(A). As operações de adição e subtração de níveis de pressão sonora são igualmente válidas para os níveis de pressão sonora ponderada.

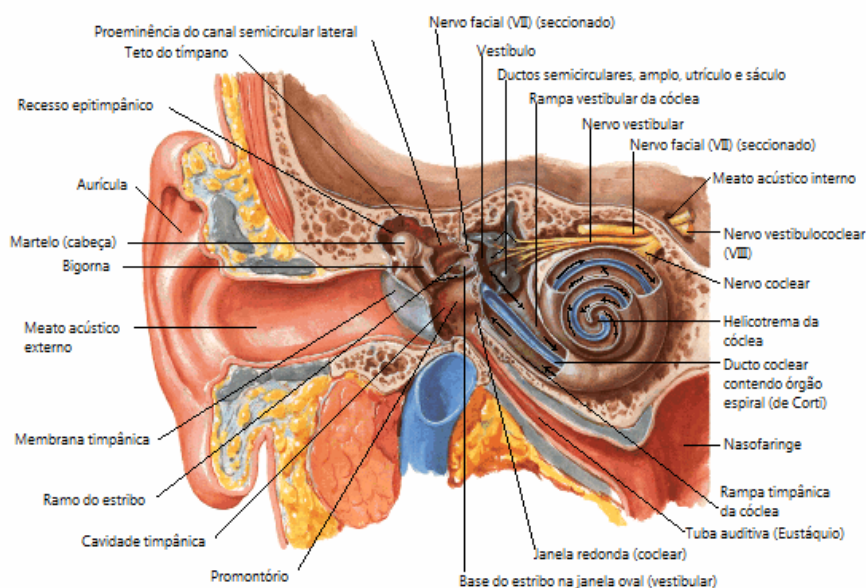
## 2.7 PROCESSO FÍSICO DA AUDIÇÃO

De acordo com Nepomuceno (1968), o processo auditivo começa na propagação da onda sonora, principalmente através do ar, que ocasiona vibrações mecânicas na membrana timpânica e logo são transmitidas, quase sem perdas, do ouvido médio para o ouvido interno. Os efeitos mecânicos que lá ocorrem são responsáveis pelo impulso elétrico produzido pelos nervos, que são transmitidos via nervo auditivo e causam a sensação da audição.

O órgão da audição é um receptor externo que possui um isolamento acústico especial, que atenua os sons provenientes de nosso próprio corpo, inclusive, o som da nossa própria voz. As estruturas desse receptor podem, em

conjunto, discriminar cerca de 500.000 sons e são responsáveis pelo equilíbrio humano (ALMEIDA et al., 2007).

Pode-se dividir o aparelho auditivo em três partes: ouvido externo, responsável pela captação e condução do som; ouvido médio, responsável pelo acoplamento de impedâncias e ventilação; e ouvido interno, responsável pela transdução eletromecânica, além do equilíbrio estático e dinâmico. A figura 2 apresenta a anatomia do ouvido humano detalhada a seguir.



FONTE: NETTER (1999)

FIGURA 2. ANATOMIA DO OUVIDO HUMANO

### 2.7.1 Ouvido Externo

É constituído pelo pavilhão auricular e o meato acústico externo. A membrana timpânica é o elemento delimitador entre o ouvido externo e médio. Observa-se que, em muitos animais, a forma e a complexa capacidade de movimentação do pavilhão auricular conferem-lhes função direcional na captação do som e localização da fonte sonora. O homem, entretanto, possivelmente nunca possuiu essa capacidade. O pavilhão auricular humano, porém, auxilia na captação e canalização dos sons para o meato acústico e, pelas características (tamanho e distância de separação) de suas reentrâncias, é capaz de reforçar a intensidade dos sons audíveis e canalizá-los através de

refrações e reflexões sucessivas para o meato acústico externo (FLEIG, 2004). Esse, por ser um tubo fechado em uma das extremidades pela membrana timpânica, funciona como uma cavidade ressonante, reforçando os sons desejados.

### 2.7.2 Ouvido Médio

É a cavidade constituída pela caixa do tímpano, pelo processo mastóide e pela comunicação com o exterior, chamada de tuba auditiva (BERNE e LEVY, 1990). A caixa do tímpano pode ser considerada como uma cavidade irregular, cuja parede é composta, em sua maior parte, pela membrana do tímpano. Na parte superior, observa-se um orifício recoberto por uma membrana denominada janela oval; na parte inferior, encontra-se outro orifício membranoso denominado janela redonda. As janelas oval e redonda delimitam o ouvido médio do ouvido interno. A janela oval comunica a energia mecânica da onda sonora à cóclea.

Na parede anterior, observa-se o canal da tuba auditiva, que comunica a caixa timpânica com o exterior, através da nasofaringe. A função principal deste canal é igualar a pressão interna da caixa do tímpano com a pressão atmosférica existente no meato acústico. A função principal do ouvido médio é realizar o acoplamento de impedâncias entre o meato acústico externo e a cóclea (HOUSSAY, 1984). A energia mecânica transmitida pela onda sonora através do ar precisa alcançar a cóclea, preenchida por um líquido, sem que haja perdas significativas, caso contrário não se conseguirá ter qualquer sensação auditiva.

No ouvido médio, encontra-se a cadeia mecânica, composta por três ossículos: martelo, bigorna e estribo. Estes são responsáveis pela transmissão da energia mecânica sonora para as estruturas do ouvido interno, através de um sistema de alavanca (GUYTON e HALL, 1998). A membrana timpânica está ligada em sua parte interna central ao cabo do martelo, que se encontra ligado à bigorna. A extremidade oposta da bigorna se articula com a haste do estribo, cuja base está acoplada à janela oval da cóclea. Os ossículos estão suspensos por ligamentos de tal forma que o martelo e a bigorna, juntos, funcionem como

uma alavanca simples. A articulação da bigorna com o estribo faz com que a base do estribo impulsione (puxando ou empurrando) a membrana da janela oval, fazendo o líquido coclear (perilíngua) oscilar todas as vezes que o martelo movimentar-se. Pode-se dizer que o estribo funciona como um pistão ósseo sobre a janela oval. O sistema de alavanca funciona de tal forma que a pressão acústica da onda sonora sobre a janela oval é aumentada em cerca de 22 vezes quando comparada com àquela exercida sobre a membrana timpânica (NEPOMUCENO, 1968). A cóclea está preenchida por um líquido e, para causar uma vibração no líquido, que possui uma impedância muito grande em relação ao ar, é necessária uma pressão muito maior.

O ouvido médio promove um acoplamento de impedâncias para frequências na faixa de 300 a 3000 Hz, possibilitando a utilização da maior parte da energia das ondas sonoras incidentes (BERNE e LEVY, 1990).

É importante salientar que na ausência do sistema ossicular e do tímpano, as ondas sonoras poderiam caminhar diretamente através do ar pelo ouvido médio e chegar à cóclea pela janela oval. Essa situação, no entanto, causa perda de 20 a 30 dB(A) na sensibilidade auditiva (HOUSSAY, 1984).

### 2.7.3 Ouvido Interno

A cóclea e o aparelho vestibular compõem o ouvido interno, também chamado de labirinto (GANONG, 1989). O labirinto ósseo é composto por uma série de canais situados na parte petrosa do osso temporal. O labirinto membranoso localiza-se dentro destes canais, rodeado pela perilíngua, rica em sódio. O labirinto membranoso está preenchido pela endolíngua, rico em potássio. As células ciliadas da cóclea estão banhadas por um líquido chamado cortilíngua, que contém sódio em alta concentração (GELFAND, 1998).

A impedância acústica é a razão entre a amplitude da variação da pressão e a amplitude da variação da velocidade de propagação de um volume de ar. Uma das principais funções da membrana timpânica e da cadeia ossicular da orelha média, de acordo com Katz (1999), é a de superar a diferença entre as impedâncias dos dois meios – orelha média e orelha interna.



A exposição prolongada a níveis elevados de ruído podem causar danos irreparáveis à orelha interna. Para melhor compreensão da perda auditiva induzida por ruído, a estrutura da orelha interna precisa ser estudada com maior detalhe, no tocante a seus componentes: cóclea e órgão de Corti.

#### 2.7.3.1 Cóclea

Constitui-se de um sistema de tubos enrolados em forma de caracol, medindo 35 mm, aproximadamente, de comprimento, dando duas voltas e meia na orelha humana. Estão dispostos três tubos diferentes, enrolados lateralmente: escala vestibular, escala média e escala timpânica. A membrana de Reissner separa a escala vestibular e a escala média, e a membrana basilar separa a escala timpânica da escala média (PETERSON e BRONZINO, 2008).

A perilinfa é o líquido aquoso que preenche a escala vestibular e a escala timpânica, que se comunicam entre si através da helicotrema, pequena abertura no ponto mais elevado da cóclea. Na base da cóclea, a escala vestibular termina na janela oval, que é fechada pela base do estribo – platina. A janela redonda é o local onde termina a escala timpânica: trata-se de uma abertura na parede mediana da orelha média, a qual é fechada por uma flexível membrana flexível secundária. A endolinfa preenche a escala média, que tem continuidade próxima às outras duas escalas. O canal coclear membranoso contém a membrana basilar, sobre a qual se encontram as células ciliadas sensoriais, que são órgãos transdutores. A membrana basilar e o órgão de Corti constituem a separação das rampas cocleares média e timpânica, a partição coclear (BROWNELL, 1985).

#### 2.7.3.2 Órgão de Corti

O órgão de Corti é o receptor que gera impulsos em resposta às vibrações provenientes da membrana basilar. De acordo com Guyton e Hall (1998), as células ciliadas internas e externas são as responsáveis pela recepção sensorial no órgão de Corti.

Para Guyton e Hall (1998), as células ciliadas externas melhoram a audição pela influência dos padrões vibratórios da membrana basilar, porém o mecanismo exato que altera o padrão ainda é desconhecido. As células ciliadas localizadas no órgão de Corti ficam dispostas em quatro fileiras, sendo três de células externas (20000, aproximadamente) e uma de células internas (em torno de 3500). Os movimentos dos fluídos perilinfa e endolinfa estimulam os nervos auditivos, acionados, em seus potenciais de ação, pelas células sensoriais primárias, que parecem ser as células ciliadas internas.

Os sinais auditivos são transmitidos pelas células ciliadas internas, apesar do número maior de células ciliadas externas. A base e os lados das células ciliadas fazem sinapse com uma rede de terminações nervosas cocleares. O gânglio espiral de Corti, localizado dentro da cóclea, recebe as fibras nervosas de todas as terminações. Sempre que a membrana basilar vibra, movimentando os cílios, ocorre a excitação das células ciliadas, gerando a propagação do som (PETERSON e BRONZINO, 2008).

A membrana basilar é composta por fibras e separa a escala média da timpânica. As fibras são estruturas rígidas elásticas, fixadas nas suas extremidades basais à estrutura óssea central da cóclea e encontrando-se livres nas extremidades opostas, com graus diferentes de liberdade. A fibra basilar permite a chegada da onda sonora, mas seu comportamento varia de acordo com a frequência com que chega essa onda sonora. Uma onda de alta frequência alcança pequena distância antes de extinguir-se, enquanto uma de baixa frequência consegue percorrer toda a fibra antes de sua dissipação (GUYTON e HALL, 1998).

## 2.8 EFEITOS DO RUÍDO NO SER HUMANO

O estudo dos níveis de ruídos existentes em uma cidade é importante na medida que um grande número de pessoas está exposto a ele continuamente e, portanto, sujeito aos seus efeitos nocivos à saúde. No mundo, e especialmente no Brasil, as cidades estão crescendo desordenadamente e o número de fontes sonoras, como automóveis e indústrias, está aumentando. Isso compromete o bem estar do cidadão, podendo causar irritação, estresse,

desequilíbrio bioquímico e suas conseqüências (CALIXTO, 2002). Muitas pesquisas sobre os efeitos do ruído sobre o ser humano têm sido feitas em todo o mundo (CORDEIRO et al., 1994; BABISCH, 1998; ISING e PRASHER, 2000; CORREA FILHO et al., 2002; POWAZKA et al., 2002; FREITAS e NAKAMURA, 2003; ISING e KRUPPA, 2004; KAWADA, 2004).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, um ruído de até 50 dB(A) pode perturbar, mas o organismo se adapta facilmente a ele. A partir de 55 dB(A), pode haver a ocorrência de estresse leve, acompanhado de desconforto. O nível de 70 dB(A) é tido como o nível inicial do desgaste do organismo, aumentando o risco de infarto, derrame cerebral, infecções, hipertensão arterial e outras patologias. A 80 dB(A) ocorre a liberação de endorfinas, causando sensação de prazer momentâneo. Já a 100 dB(A) pode haver perda de audição. Muitas conseqüências da exposição prolongada ao ruído têm sido relatadas na literatura, sendo, as mais freqüentes são a perda de audição e o aumento do nível de estresse com suas decorrências.

O primeiro problema a ser visto com a exposição ao ruído é a perda de audição. Trata-se de uma condição que influi diretamente na comunicação humana, caracterizando-se, primeiramente, pela dificuldade de se entender bem algumas palavras faladas em tom baixo, pois as freqüências usadas na compreensão da comunicação verbal são mais altas (consoantes) e o indivíduo começa a perder a sensibilidade às altas freqüências (CALIXTO, 2002). O problema reside no fato de que a percepção de uma dificuldade auditiva ocorre geralmente muito tarde, impedindo que o dano possa ser revertido completamente. Não existem medicamentos capazes de restaurar a audição por completo.

Pessoas com perdas auditivas parciais podem ainda sofrer com problemas que se caracterizam pela percepção de zumbidos contínuos ou intermitentes. O zumbido é uma sensação de som percebido pelo indivíduo, independente de estímulo sonoro externo (ZEIGELBOIM et al., 2005). Geralmente é referido como chiado, apito, barulho de chuveiro, de cachoeira e outros. Apresenta-se de forma contínua ou intermitente, mono ou politonal. A intensidade é variável e o desconforto nem sempre é associado à intensidade do zumbido. Deve ser considerado como um sintoma de alguma doença ou

como seqüela de alguma agressão sofrida pelo sistema auditivo. Pode ocorrer concomitância ou não de perda auditiva de diversos tipos e graus.

Problemas psicológicos também são criados pela perda parcial de audição, que podem se caracterizar por dificuldades em assistir televisão, ouvir rádio e, ainda, sentir o afastamento de amigos ou companheiros de trabalho que, mesmo sem intenção, discriminam a pessoa pela sua dificuldade de audição (AZEVEDO e LIMA, 2002). Ela passa a ficar isolada em seu meio, levando-a muitas vezes a um quadro de depressão.

De acordo com Alexandry (1985), ocorrem três tipos de respostas ao ruído: resposta somática, resposta química e resposta psicológica. A resposta somática diz respeito a fatores como a vasoconstrição periférica, a hiporritmia ventilativa, a variação galvanotérmica e a variação tensomuscular. A resposta química refere-se à relação de secreção de substâncias glandulares, que produzem trocas clínicas na composição de suco gástrico, sangue, urina e fluído neurônico. A resposta psicológica apresenta-se em vários níveis, como sono, atenção, concentração, irritabilidade, ansiedade, inibição, medo e neurótico.

Dentre as três respostas, a mais preocupante, para Alexandry (1985), é a psicológica, já que regula a vida de relação do trabalhador, enquanto as respostas somática e química regulam elementos potenciais a conseqüências quanto à acumulação temporal. Mudanças no comportamento social e ocupacional são percebidas em indivíduos que ficam expostos por tempo demasiado a ruídos intensos; aspectos psicológicos destacam-se nesses comportamentos e refletem-se na forma de irritabilidade excessiva, impaciência, depressão, falta de interesse social, entre outros (ALVES FILHO, 2002).

Trabalhadores em ambientes ruidosos relatam náuseas, queixas nervosas, dor de cabeça, alteração do humor, distúrbios do sono, ansiedade, conflitos sociais e na família. O ruído funciona como um estressor não-específico (SMITH, 1991).

Belojevic & Jakovljevic (1997) entrevistaram 43 pessoas, morando no centro de Belgrado, expostas a um nível equivalente de ruído de 65 dB(A) e numa escala de zero a dez, puderam concluir que, em relação à incidência de

problemas de saúde em habitantes daquele local, a irritabilidade está em primeiro lugar com grau 6,3; seguidos por dores de cabeça, com grau 2,2; fadiga, com 2,0 e nervosismo, com 1,9. Os autores concluíram que pessoas que vivem em zonas com níveis equivalentes de ruído superiores a 65 dB(A), apresentam maiores riscos para os efeitos nocivos do ruído. Apesar do ruído excessivo provocar aumento do nível de estresse, os estudos são conflitantes quanto a encontrar evidências de que seja causa direta de problemas cardíacos (BABISCH, 1998). No entanto, estatísticas mostram que o ruído provoca a liberação de adrenalina na corrente sanguínea, além de alterações no batimento cardíaco e na pressão sanguínea (POWAZKA et al., 2002). Assim, problemas cardíacos e circulatórios podem estar associados aos efeitos nocivos do ruído.

Ainda em relação ao problema da comunicação humana, o ruído excessivo obriga as pessoas a falarem mais alto para que as outras as entendam. Isso pode causar um efeito psicológico sobre as pessoas que vivem em ambientes ruidosos, levando-as a conversar menos e, às vezes, apenas o necessário, afetando assim não só a qualidade da comunicação mas também, a interação social (BELOJEVIC et al., 2003). A conversa é muitas vezes desencorajada pela presença de ruídos, sejam de veículos, trens, aviões ou outros equipamentos.

O ruído excessivo também é um incômodo durante o sono, pois ele afeta seus principais estágios restauradores orgânicos e cerebrais. Distúrbios seguidos no sono podem afetar, com o passar da idade, a capacidade da pessoa de dormir. O número de horas de sono contínuo cai e a pessoa passa a cochilar durante o dia, afetando diretamente sua produtividade na vida profissional. Outro ponto importante é a regularidade do sono. Kejjellberg et al. (1998) afirmam que a exposição ao ruído durante o dia provoca uma queda considerável na qualidade do sono do indivíduo, propiciando assim um estado de fadiga considerável.

Powazca et al. (2002), analisaram a associação do ruído com a hipertensão em um grupo de trabalhadores. Os resultados demonstram que o grupo de indivíduos expostos a um nível elevado de ruído tem uma significativa chance de desenvolver aumento no nível de pressão arterial. Desta forma,

correlaciona-se o ruído com o surgimento de doenças cardíacas, que são umas das maiores causas de mortalidade em pessoas.

Mascke (1999) realizou estudos pelo Federal Institute for Infectious and Noninfectious Diseases, concluindo que o ruído pode provocar:

- mudança na secreção de hormônios como consequência da reação de estresse induzida por mudanças no ambiente, notadamente no nível de ruído, o que influencia a pressão sanguínea e o metabolismo;
- patologias induzidas por estresse excessivo, principalmente aquelas relacionadas à circulação sanguínea e ao coração;
- mudanças no comportamento da pessoa exposta ao ruído e influência negativa no nível de atividade física do indivíduo. Ainda, de acordo com esses estudos, o ruído de tráfego de 66 dB(A) é considerado como o limiar do dano à saúde e a medicina preventiva considera 65 dB(A) como o nível equivalente máximo de ruído de tráfego a que uma pessoa pode se expor. Esse valor se mostra coerente com as conclusões da pesquisa de Belojevic & Jakovljevic (1997).

## 2.9 LEGISLAÇÃO REFERENTE AO RUÍDO OCUPACIONAL

Existem registros desde 1919 que apresentam legislações acidentárias direcionadas ao trabalho (AZEVEDO, 2004). Foi a partir de 1943, entretanto, que se organizaram as várias normalizações direcionadas ao trabalho, com a promulgação, pelo Decreto-Lei 5.452, de 1º de Março de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Destacam-se o capítulo V, da medicina e segurança do trabalho, que tem o objetivo de prevenir as doenças ocupacionais e os acidentes do trabalho.

A CLT, no Brasil através do seu Artigo 180, garantiu ao trabalhador o direito de evitar a fadiga auditiva (FLEIG, 2004). Mais tarde, a Portaria número 607/1965, do Ministério do Trabalho e o Decreto-Lei nº 229/1967 asseguraram outros benefícios relativos ao conforto no ambiente de trabalho. Posteriormente, a Lei nº 6524/1977, alterou o Capítulo V do Título II da CLT e instituiu em todo o país disposições a respeito da segurança e medicina do trabalho. Mais adiantes a Portaria nº 3214, de Junho de 1978, aprovou as

Normas Regulamentadoras (NRs), responsáveis pelas regras de segurança nas atividades relativas ao trabalho, em nível nacional.

A NR-15, que regulamenta as “Atividades e Operações Insalubres”, tratando em seus anexos, do estabelecimento dos limites de níveis de ruído, vibrações e exposição a produtos químicos para ambientes ocupacionais. Para fins de fiscalização em âmbito nacional, é utilizada esta norma.

O quadro 1 mostra os limites de níveis de exposição ao ruído ocupacional, conforme as normas de vários países, evidenciando diferenças entre as várias legislações.

País	Nível de Ruído dB(A)	Tempo de Exposição (h/d)	Nível Maximo dB(A)
Alemanha	85	8	
Japão	90	8	
França	85	8	
Inglaterra	85	8	135
Itália	85	8	115
Dinamarca	90	8	115
Suécia	85	8	115
Estados Unidos - OSHA	90	8	115
Estados Unidos - NIOSH	85	8	
Canadá	90	8	115
Austrália	85	8	115
Brasil	85	8	115

FONTE: FLEIG (2004)

QUADRO 1 – LIMITES DE NÍVEIS DE TOLERÂNCIA AO RUÍDO OCUPACIONAL, SEGUNDO AS NORMAS DE VÁRIOS PAÍSES.

O quadro 2 mostra os limites de tolerância a níveis de exposição a ruído ocupacional, conforme norma nacional expedida pelo Ministério do Trabalho e Emprego, através da Portaria nº 3214, de 08 de Junho de 1978.

Nível de ruído dB(A)	Máxima exposição diária Permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos

FONTE: NR-15

QUADRO 2 – LIMITES DE TOLERÂNCIA AO RUÍDO OCUPACIONAL SEGUNDO A NORMA BRASILEIRA NR- 15.



A Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO), órgão ligado ao Ministério do Trabalho e Emprego, estabelece, por meio da norma NHO-01 (avaliação da exposição ocupacional ao ruído), critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente e a ruído de impacto, em quaisquer situações de trabalho que implique risco potencial de surdez ocupacional. A seguir, será apresentado o quadro 3 referente a norma NHO-01.

Nível de ruído dB(A)	Máxima exposição diária permissível
81	20 horas e 10 minutos
82	16 horas
83	12 horas e 41 minutos
84	10 horas e 4 minutos
85	8 horas
86	6 horas e 20 minutos
87	5 horas
88	4 horas
89	3 horas e 10 minutos
90	2 horas e 30 minutos
91	2 horas
92	1 hora e 45 minutos
93	1 hora e 15 minutos
94	1 hora
95	47,62 minutos
96	37,79 minutos
97	30 minutos

FONTE: NHO-01 – Fundacentro.

**QUADRO 3 – LIMITES DE TOLERÂNCIA AO RUÍDO OCUPACIONAL, SEGUNDO A NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL NHO-01.**

Nota-se que as Normas de Higiene Ocupacional da Fundacentro (NHO-01) e a NR-15 são ambos documentos de responsabilidade do Ministério do Trabalho e Emprego e, mesmo assim, apresentam divergências sobre a avaliação do ruído ocupacional. Por exemplo, de acordo com a NR-15, para um nível contínuo de 90 dB(A), o limite de tolerância para um trabalhador seria a exposição máxima de 4h, enquanto que, na NHO-01 é de apenas 2h e 30min.

A NHO-01 utiliza o princípio da energia equivalente -  $LA_{eq}$  para o cálculo da dose de exposição enquanto que a NR-15 não menciona este tipo de princípio. A NHO-01 adota o valor “3” como incremento de duplicação da dose, enquanto que a NR-15 utiliza como incremento da dose o valor “5”. Incremento de duplicação da dose é um incremento em decibéis que quando adicionado a um determinado nível, implica a redução para a metade do tempo máximo de exposição permitido.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para execução da pesquisa foram feitos levantamentos bibliográficos durante todo o processo de desenvolvimento do estudo. O levantamento das informações que dão suporte ao estudo (livros, periódicos, dissertações, teses), foi realizado nas bibliotecas da Universidade Federal do Paraná (UFPR), no Laboratório de Acústica Ambiental, Industrial e Conforto Acústico (LAAICA) e na Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), todos localizados no estado do Paraná. Utilizaram-se também os eficientes serviços de comutação bibliográfica oferecidos pelas universidades supramencionadas por meio da internet.

O estudo foi composto de duas avaliações. A primeira constou de uma avaliação objetiva do nível de pressão sonora equivalente ( $LA_{eq}$ ) no interior dos veículos. A segunda avaliação foi de caráter subjetivo, sendo aplicado um questionário com o motorista, em horário de contra turno de sua jornada de trabalho, a fim de levantar o nível de desconforto sentido pelos sujeitos em relação ao ruído emitido pelo veículo.

As mensurações foram conduzidas em uma amostra de 80 ônibus, com quatro modelos diferentes de veículo, e 200 motoristas de transporte coletivo urbano, funcionários de uma empresa da cidade de Curitiba – PR. Todas as medidas foram realizadas em horário regular de trabalho contemplando medições de noite e de dia.

#### 3.1 LOCAL DA REALIZAÇÃO DO ESTUDO E AMOSTRA

O estudo foi conduzido em uma empresa de transporte coletivo urbano, situada no bairro Cristo Rei, em Curitiba – PR. Para execução da pesquisa foi requisitada a permissão da Empresa de Urbanização de Curitiba (URBS), que controla o fluxo do transporte coletivo na cidade, bem como dos responsáveis pela empresa onde se desenvolveu o estudo.

Com a finalidade de avaliar o nível de pressão sonora equivalente ( $LA_{eq}$ ) dentro dos ônibus, foram selecionados 80 dentre 145 veículos com características diversas que estavam em operação. A empresa possuía no

momento das medições 66 ônibus convencionais, 26 ônibus de linha direta “ligeirinhos”, 31 micro-ônibus e 22 ônibus articulados. Para propiciar uma melhor comparação entre os modelos foram selecionados, aleatoriamente, 20 veículos de cada modelo em suas entradas em operação na parte da manhã, tarde e noite.

Para aplicação do questionário, foram entrevistados 200 dentre 357 pessoas que atuavam como motoristas na empresa. Nesta pesquisa, não foram avaliados os sujeitos que trabalhavam como cobradores.

### 3.2 TIPOS DE ÔNIBUS

A medição do nível de pressão sonora equivalente foi realizada em 20 veículos de cada um dos quatro modelos. Cada veículo possuía características próprias que poderiam afetar o nível de imissão de ruído. A seguir são descritos os modelos de ônibus estudados.

#### 3.2.1 Ônibus Convencionais

São ônibus comuns que param em terminais de fibra de vidro e possuem uma porta de entrada e duas de descarga de passageiros. Estes veículos recebem três designações diferentes: ônibus amarelo – convencional; ônibus alaranjado – alimentador e ônibus verde – interbairros. Entretanto, estes veículos possuem as mesmas características mecânicas e neste estudo são caracterizados como veículos convencionais. Nestes carros, são utilizados os serviços de dois trabalhadores, um motorista e um cobrador. Percorrem rotas fixas, juntamente com o tráfego normal e trafegam por piso de asfalto e cascalho. Todos os veículos deste modelo apresentavam motor dianteiro, variando o ano de fabricação de 1998 a 2006. A seguir, são mostradas as figuras 1, 2 e 3 com fotos dos modelos convencionais em suas diferentes designações: alimentador, interbairros e convencional.



FONTE: <http://www.onibusdecuritiba.com.br>

FIGURA 3. ÔNIBUS CONVENCIONAL ALIMENTADOR.



FONTE: <http://www.onibusdecuritiba.com.br>

FIGURA 4. ÔNIBUS CONVENCIONAL INTERBAIRROS.



FONTE: <http://www.onibusdecuritiba.com.br>

FIGURA 5. ÔNIBUS CONVENCIONAL.

### 3.2.2 Ônibus de Linha Direta “Ligeirinhos”

São veículos que não possuem cobradores em seu interior, pois os mesmos trabalham dentro das estações-tubo destinadas ao embarque e desembarque de passageiros; tem as portas de entrada no lado esquerdo do ônibus. Percorrem rotas nas ruas comuns mas, em geral, a distância entre as paradas é bem maior do que no caso dos alimentadores ou bi-articulados. Todos os modelos deste veículo são com motor traseiro e variam o ano de fabricação de 1992 a 2001. Sendo, na maioria, carros fabricados nos anos de 2000 e 2001. A seguir, é demonstrada a figura 6 que apresenta a visualização do modelo ligeirinho.



FONTE: <http://www.onibusdecuritiba.com.br>

FIGURA 6. ÔNIBUS DE LINHA DIRETA “LIGEIRINHO”.

### 3.2.3 Ônibus Articulados

São veículos com duas composições, separados por uma articulação móvel, desta forma, propiciando o transporte de um número maior de pessoas. Possuem duas designações, iguais às dos veículos convencionais: ônibus verde – interbairros e ônibus alaranjado - alimentador. Em sua maioria são carros com o motor posicionado no meio do primeiro carro, variando o ano de fabricação de 1994 a 2003. Foram medidos 3 modelos novos fabricados em 2007, com motor traseiro. A seguir, são apresentadas as figuras 7 e 8 que mostram os dois modelos de ônibus articulados avaliados.



FONTE: <http://www.onibusdecuritiba.com.br>

FIGURA 7. ÔNIBUS ARTICULADO COM MOTOR TRASEIRO.



FONTE: <http://www.onibusdecuritiba.com.br>

FIGURA 8. ÔNIBUS ARTICULADO COM MOTOR DIANTEIRO.

### 3.2.4 Micro-Ônibus

São modelos com características semelhantes aos convencionais. Porém, são de tamanho reduzido, não possuem cobrador e são todos na cor amarela. Todos os carros apresentavam motor dianteiro e variação do ano de fabricação de 1991 a 2006. A seguir, é mostrada a figura 9 que mostra a foto do modelo micro-ônibus.



FONTE: <http://www.onibusdecuritiba.com.br>

FIGURA 9. MICRO-ÔNIBUS.

### 3.3 MEDIÇÃO DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EQUIVALENTE $LA_{eq}$

#### 3.3.1 Medidor de Pressão Sonora

A fim de levantar-se o nível de exposição ao ruído a que estão sujeitos os motoristas, procedeu-se a medição do nível de pressão sonora equivalente ( $LA_{eq}$ ). Para tanto, foi utilizado o medidor de pressão sonora tipo 2238, marca Brüel & Kjaer classe 1, precisão  $\pm 0,41$  dB. Trata-se de um instrumento de medição de ampla faixa, que permite avaliar os ruídos no local de trabalho.

#### 3.3.2 Calibrador Acústico

Para a execução do estudo, foi feita previamente a calibração do medidor de pressão sonora Brüel & Kjaer 2238, utilizando o calibrador Brüel & Kjaer 4231. A calibração do aparelho, segundo o fabricante, está conforme as normas do IEC942 (1988) Classe 1 e ANSI S1.40-1984 (R1997). A precisão do calibrador é de  $\pm 0.2$  dB, sendo a frequência de calibração igual a 1kHz. A seguir, é apresentada a figura 10 que demonstra o medidor sonoro.





Fonte: BRUEL & KJAER (2002).

FIGURA 10. MEDIDOR DE PRESSÃO SONORA 2238 DA BRUEL & KJAER.

Para efetuar a medição, o aparelho foi colocado a 10 cm da zona auditiva direita do motorista, de acordo com a ISO (1999), sendo todas as medições feitas pelo proponente da pesquisa.

Os ônibus foram medidos no momento da entrada em circulação em suas linhas, durante o período de 5 minutos, totalizando a medição dos 80 veículos. Os dados coletados eram armazenados no tanto no medidor sonoro como nas fichas de dados dos ônibus (APÊNDICE 1), visando o controle dos veículos que foram avaliados.

Depois de realizadas as medições nos ônibus, os dados foram descarregados no software Protector 7825 da Brüel & Kjaer, para posterior análise. Este software foi especialmente desenvolvido para avaliação de ruído ocupacional. A avaliação objetiva constou das seguintes medidas:

- $LA_{eq}$ : nível sonoro equivalente.
- $LAF_{min}$ : nível sonoro mínimo medido.
- $LAF_{max}$ : nível sonoro máximo medido.

### 3.4 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Para avaliar a sensação subjetiva em relação ao ruído, foi aplicado um questionário contendo escalas referentes à sensação ao ruído, apresentado no APÊNDICE 2. As questões eram referentes à identificação do funcionário como: idade, tempo de trabalho na empresa e tipo de veículo que conduz. Cada funcionário respondeu de maneira individual, sendo primeiramente explicado como deveriam ser utilizadas as escalas.

Para verificar a associação com doenças cardiovasculares, o indivíduo foi questionado sobre possuir ou não pressão alta (hipertensão). Evidências de estudos com ruído correlacionam o nível de pressão sonora com a ocorrência de doenças cardiovasculares (ISING & KRUPPA, 2004).

Para melhor entendimento dos indivíduos em relação às questões, foi utilizada uma escala de intensidade adaptada de Corllet e Wilson (1986)., que consiste em uma linha traçada de 10 cm, em cujas extremidades foram colocadas duas posições extremas com relação à pergunta (“nunca” e “sempre”; “nada” e “muito”). Depois de terminada a elaboração do questionário, o mesmo foi submetido à avaliação de um docente de ensino superior com experiência neste tipo de análise para avaliar o uso das questões e das escalas a serem adotadas, de modo que dessa forma, fosse produzido um instrumento de análise imparcial.

O indivíduo, após ser questionado, marcara sobre a linha a sua sensação com relação à pergunta. Posteriormente, os dados foram convertidos em sensações medidas em porcentagens. Como a linha demarcada possuía 10 cm, cada centímetro equivalia a 10 % da escala. A Figura 11 demonstra uma das etapas do questionário.

8 – Quando você está trabalhando, com que frequência estes barulhos lhe incomodam?	
Motor.....	[.....X.....]
	NUNCA SEMPRE

FIGURA 11. EXEMPLO DE UMA PERGUNTA PRESENTE NO QUESTIONÁRIO E SEU DEVIDO PREENCHIMENTO.

A escala de intensidade foi utilizada para verificar se os motoristas tinham regularidade de sono. Estudos relacionam o ruído com a falta de sono proveniente de um alto estado de estresse (BABISCH, 1998; ALVES FILHO, 2002; CORREA FILHO et al., 2002, ISING E KRUPPA, 2004).

As perguntas 6, 7, 8, 9 e 10 faziam referência à sensação com relação ao ruído e suas implicações com a saúde. Para melhor entendimento das questões e para não influenciar negativamente o motorista, a palavra ruído foi substituída pelo sinônimo barulho no questionário.

A questão 6 questionava se era freqüente o incômodo causado pelo ruído em uma escala entre “nunca” e “sempre”. A pergunta 7 questionava a intensidade do incômodo do ruído em uma escala entre “nada” e “muito”.

A seguir, a pergunta 8 questionava com que frequência os barulhos do motor, tráfego, campainha, aviso sonoro de parada, abertura das portas e dos passageiros incomodava o motorista, dentro de uma escala de “nunca” a “sempre”. A pergunta 9 questionava se o motorista sentia algum problema de saúde dentre estes: zumbido nos ouvidos, diminuição da audição, dor de cabeça, irritação e dificuldade de concentração; a resposta deveria estar dentro de uma escala de nunca a sempre.

Por fim, o sujeito era questionado sobre a intensidade dos ruídos existentes no exercício da profissão, dentro de uma escala de “nada” a “muito”. O motorista deveria responder o quanto estes barulhos lhe incomodavam:

motor, tráfego, campainha, aviso sonoro de parada, abertura das portas e passageiros.

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A fim de atender aos objetivos propostos do presente estudo, adotaram-se as seguintes análises estatísticas no *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 15 e no *software* estatística versão 5.

para as medições objetivas e subjetivas:

- Estatística descritiva com média e desvio padrão, a fim de caracterizar os padrões de cada amostra.

- Teste para avaliação da normalidade dos dados (teste de Kolmogorov-Smirnov).

- Teste para avaliação da homogeneidade dos dados (teste de Levene).

- Correlação de Pearson, utilizada para verificar se existe associação entre dois fatores.

- Análise de variância (ANOVA – One-Way), que proporciona a comparação entre três ou mais amostras de médias.

- Teste de Tukey para comparação múltipla entre diversos grupos a partir de uma análise de variância.

### 3.6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo teve como objetivo avaliar a exposição ocupacional ao ruído em motoristas de ônibus. A presente pesquisa apresenta algumas limitações que não puderam ser controladas, as quais seriam:

- as medições de ruído ocorreram na entrada em rota de operação dos ônibus, não propiciando, desta forma, uma avaliação do ruído externo ao veículo (ruído de tráfego e passageiros).

- devido ao número elevado de amostras, foi escolhida uma mensuração com um tempo menor, não propiciando, dessa forma, um tempo maior de medição.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBJETIVOS

O presente estudo objetivamente a exposição ao ruído de motoristas de ônibus urbanos. Para tanto, foram realizadas medições em 80 veículos, com quatro modelos diferentes, em uma empresa de transporte coletivo urbano na cidade de Curitiba – PR. A tabela 1, a seguir, apresenta os resultados para a amostra de ônibus convencionais.

TABELA 1. RESULTADOS OBTIDOS PARA AS MEDIÇÕES DO RUÍDO NO INTERIOR DOS ÔNIBUS CONVENCIONAIS EM dB(A).

Veículo	Ano	Motor	LA <sub>eq</sub>	LAF <sub>max</sub>	LAF <sub>min</sub>
1	1998	Dianteiro	78,8	89,2	69,5
2	1998	Dianteiro	83,4	94,2	71,9
3	2004	Dianteiro	77,1	87,5	66,6
4	1998	Dianteiro	80,1	88,4	69,7
5	2004	Dianteiro	80,1	89,5	66,1
6	1998	Dianteiro	78,7	89,2	67,8
7	1998	Dianteiro	80,8	92,0	71,0
8	1998	Dianteiro	81,9	92,0	70,7
9	2004	Dianteiro	77,7	94,0	66,3
10	2004	Dianteiro	77,5	87,0	65,8
12	2004	Dianteiro	80,9	94,9	70,4
12	2002	Dianteiro	82,3	90,8	70,2
13	2006	Dianteiro	76,2	87,5	66,2
14	1998	Dianteiro	79,8	88,1	70,0
15	2002	Dianteiro	82,8	91,6	69,5
16	1998	Dianteiro	80,5	89,9	67,7
17	1998	Dianteiro	82,4	91,8	68,1
18	2004	Dianteiro	79,9	91,2	60,6
19	2002	Dianteiro	84,5	90,2	75,9
20	2004	Dianteiro	78,2	92,1	66,3

A seguir é apresentada a tabela 2, referente aos resultados obtidos para as medições nos ônibus tipo “ligeirinhos”.

TABELA 2. RESULTADOS OBTIDOS PARA AS MEDIÇÕES DO RUÍDO NO INTERIOR DOS ÔNIBUS “LIGEIRINHOS” EM dB(A).

Veículo	Ano	Motor	LA <sub>eq</sub>	LAF <sub>max</sub>	LAF <sub>min</sub>
1	2000	Traseiro	73,9	88,9	67,2
2	2000	Traseiro	76,4	86,9	68,7
3	2000	Traseiro	76,3	87,8	66,0
4	2000	Traseiro	76,1	89,9	65,3
5	2000	Traseiro	75,8	88,3	65,5
6	2000	Traseiro	71,3	83,2	64,2
7	1993	Traseiro	78,4	88,0	68,1
8	2001	Traseiro	76,1	90,8	66,0
9	2000	Traseiro	70,8	82,3	66,0
10	2000	Traseiro	73,3	89,5	65,9
11	2000	Traseiro	74,0	86,8	66,5
12	2000	Traseiro	77,8	90,7	67,3
13	2000	Traseiro	74,3	86,2	67,0
14	2001	Traseiro	73,3	80,9	67,8
15	2000	Traseiro	75,7	92,1	66,8
16	1992	Traseiro	78,0	84,3	65,5
17	2000	Traseiro	73,8	87,0	66,0
18	2000	Traseiro	75,8	89,5	64,1
19	2000	Traseiro	75,5	85,4	65,7
20	2000	Traseiro	73,1	88,4	66,3

A tabela 3 apresenta os resultados obtidos para a amostra de micro-ônibus.

TABELA 3. RESULTADOS OBTIDOS PARA AS MEDIÇÕES DO RUÍDO NO INTERIOR DOS ÔNIBUS MICRO-ÔNIBUS EM dB(A).

Veículo	Ano	Motor	LA <sub>eq</sub>	LAF <sub>max</sub>	LAF <sub>min</sub>
1	2005	Dianteiro	78,7	87,4	68,0
2	2002	Dianteiro	77,2	85,5	65,8
3	2006	Dianteiro	77,0	83,7	67,3
4	1991	Dianteiro	83,4	97,7	65,4
5	2001	Dianteiro	79,3	92	66
6	2003	Dianteiro	78,6	88,8	68,7
7	2001	Dianteiro	76,6	91,8	66,3
8	2001	Dianteiro	76,9	97,3	66,3
9	2004	Dianteiro	78,9	89,1	65,5
10	2006	Dianteiro	77,9	89,5	68,3
11	2001	Dianteiro	78,7	87	67,5
12	2002	Dianteiro	76,7	91,2	67,5
13	2005	Dianteiro	77,2	87,3	63,5
14	2005	Dianteiro	76	86,8	67,7
15	2002	Dianteiro	78,6	87,9	66,8
16	2002	Dianteiro	82	98,3	62,5
17	2005	Dianteiro	80,4	92,1	68,1
18	2002	Dianteiro	81,9	91,3	69,9
19	2001	Dianteiro	73,4	86,9	63,9
20	2001	Dianteiro	75,9	88,4	67

Os últimos resultados das medições objetivas de ruído no interior dos veículos são apresentados na tabela 4, referente aos modelos articulados.

TABELA 4. RESULTADOS OBTIDOS PARA AS MEDIÇÕES DO RUÍDO NO INTERIOR DOS ÔNIBUS ARTICULADOS EM dB(A).

Veículo	Ano	Motor	LA <sub>eq</sub>	LAF <sub>max</sub>	LAF <sub>min</sub>
1	2003	Dianteiro	77,5	89,3	64,4
2	1994	Dianteiro	82,1	91,6	67,5
3	2001	Dianteiro	76,5	82,9	64,2
4	2001	Dianteiro	76,8	89,0	63,2
5	2001	Dianteiro	76,1	86,4	64,6
6	2003	Dianteiro	79,8	91,1	66,4
7	2003	Dianteiro	76,5	93,5	64,0
8	2001	Dianteiro	77,5	90,4	63,8
9	2001	Dianteiro	77,2	87,3	63,5
10	2003	Dianteiro	80	89,7	62,9
11	2003	Dianteiro	77,3	89,4	63,5
12	2007	Traseiro	72,7	90,3	57,2
13	2007	Traseiro	70,5	85,4	56,2
14	2001	Dianteiro	78,7	87,9	63,7
15	2007	Traseiro	74,0	92,8	59,1
16	2003	Dianteiro	76,1	90,9	61,6
17	2001	Dianteiro	75,8	88,5	63,7
18	2003	Dianteiro	76,5	95,5	65,9
19	2003	Dianteiro	77,2	92,3	63,7
20	1996	Dianteiro	80,3	92,3	68,6

Nota-se, nesta amostra, que houve algumas diferenças em relação à disposição do motor. Isso se aplica pelo fato de que, no momento da execução do estudo, estavam entrando em linha três modelos articulados com motores traseiros

Os níveis médios, com os respectivos desvios padrão, são apresentados na tabela 5.



TABELA 5. NÍVEIS MÉDIOS ENCONTRADOS PARA AMOSTRA DE VEÍCULOS CONVENCIONAIS, LIGEIRINHOS, MICRO E ARTICULADOS.

Tipo de Veículo	Nível médio para o $LA_{eq}$ em dB(A)	Desvio Padrão
Convencionais	80,2	$\pm 2,3$
Ligeirinhos	75,1	$\pm 2,0$
Micro-ônibus	78,3	$\pm 2,4$
Articulados	77,0	$\pm 2,6$

Os resultados apresentados para a amostra de ônibus foram considerados normais em comparação com a legislação nacional brasileira (NR-15) e com a norma elaborada pela Fundacentro (NHO-01). Esses valores se encontram em um patamar inferior a 85 dB(A) de exposição em uma jornada de trabalho de 8 horas diárias. Porém, a NR-17 dispõe que um nível de exposição acima de 65 dB(A) em oito horas trabalhadas é considerado como “desconfortável”. Desta forma, os valores encontrados não devem ser considerados como ótimos para a saúde, havendo a necessidade de serem reduzidos, a fim de proporcionar melhor ambiente de trabalho os funcionários.

Estudos anteriores realizados na cidade de Curitiba, fizeram a avaliação do  $LA_{eq}$  em três tipos de ônibus, durante o transcorrer de suas linhas (GIOVANINI, 2002; ZANNIN et al., 2003; ZANNIN, 2006;). Aqueles estudos avaliaram o nível de pressão sonora nos modelos bi-articulados, ligeirinhos e alimentadores (que, no presente estudo, foram referidos como convencionais; muda-se a nomenclatura, mas os modelos são os mesmos), e encontraram valores próximos dos aqui apresentados.

Foram encontrados, na literatura outros estudos que avaliam o nível de pressão sonora em ônibus. Na cidade de São Paulo, foi avaliada a relação entre os NPS com o ônibus parado e andando, por Fonseca et al. (1993). Os autores obtiveram resultados que variaram entre 60 a 70 dB(A) para a primeira situação e, entre 80 a 92 dB(A) para a segunda. Quando o movimento de usuários foi maior, o NPS apresentou-se menor; os autores justificaram este resultado pelo fato do veículo permanecer parado e também por andar com

baixa velocidade. Salientaram os pesquisadores que o itinerário não interferiu no resultado final.

Um estudo na cidade de Belo Horizonte, avaliando os níveis de pressão sonora presentes em cinco ônibus urbanos, foi realizado por Carvalho (1997) que posicionou o medidor no centro do ônibus, para observar a exposição dos usuários. Obteve resultados entre 65 a 97 dB(A) e concluiu que a exposição a níveis elevados altera o desempenho das atividades dos motoristas, podendo contribuir para o grande número de acidentes ocorridos na cidade envolvendo ônibus.

No estudo realizado por Patwardhan et al. (1991), foi avaliado o nível de ruído na cabina do motorista de ônibus, usando um dosímetro, e analisado o efeito deste na capacidade auditiva dos motoristas, através de exames audiométricos. Verificou-se que o nível de ruído se encontrava entre 89 a 106 dB(A). Já os resultados das 200 audiometrias realizadas apresentaram alteração em 89% dos casos avaliados, sendo que, destes, 75% com perda auditiva neurossensorial.

A quantidade de energia acústica a que está sujeito o motorista de ônibus da cidade de São Paulo, durante toda a sua jornada de trabalho, foi avaliada por Latance (2001). Esse autor, através de dosimetria, encontrou como resultado uma variação dos níveis de ruído de 78 a 95 dB(A). Os resultados da pesquisa realizada tiveram por base uma amostragem de 40 avaliações, levando em consideração a jornada de trabalho, a vida útil do ônibus e a localização do motor. Foi apresentado uma mediana geral das amostras de 81,9 dB(A).

Outros estudos também têm colaborado para estimar o nível de pressão sonora a que estão sujeitos os motoristas. Em uma pesquisa feita no Kwait por Koushki et al. (2002), foram avaliados 115 ônibus urbanos, sendo que o nível de pressão sonora médio foi de 79 dB(A). Porém, a amplitude na amostra utilizada foi de 68,2 a 106,7 dB(A), demonstrando que existiam ônibus com níveis críticos de ruído, com alto risco potencial à saúde. Em uma avaliação junto aos usuários acerca do incômodo com o ruído, 65% do público considerou que o ambiente do ônibus era altamente ruidoso. Dessa forma, podemos perceber que o nível sonoro emitido pelo veículo pode causar

transtornos não apenas para os sujeitos que ali exercem suas profissões, mas também para aqueles que usufruem do serviço de transporte coletivo.

#### 4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS OBJETIVOS

Para avaliação da utilização da estatística paramétrica ou não-paramétrica, dados foram submetidos aos testes de Kolmogorov-Smirnov para verificação da normalidade e de Levene para homogeneidade. Os testes aplicados revelaram que as amostras possuem distribuição normal e têm características homogêneas. Dessa forma, foi empregada a estatística paramétrica para analisar as medições. A seguir, é mostrada a tabela 6 com o resultado do teste Anova One-way para os diferentes tipos de ônibus, que demonstra existir diferença entre os grupos, devido ao  $p > 0,05$ .

TABELA 6. RESULTADOS PARA ANOVA ONE-WAY ENTRE OS DIFERENTES TIPOS DE ÔNIBUS.

Tipo de Ônibus	Convencional	Ligeirinho	Micro	Articulado	P
$LA_{eq}$ dB(A)	80,2	75,1	78,3	77,0	0,000
$LAF_{max}$ dB(A)	90,6	87,3	90,0	89,8	0,009
$LAF_{min}$ dB(A)	68,5	66,3	66,6	63,4	0,000
$p < 0,05$					

Os resultados para a comparação entre os tipos de veículos apontam para diferença entre os mesmos. De acordo com a tabela 6, foi verificado níveis de significância menores que 0,05, com isso, pode-se afirmar que os quatro grupos de ônibus são significativamente diferentes, com uma porcentagem de erro menor que 5%. Os modelos convencionais demonstram uma maior imissão de ruído, seguido pelos modelos micro. Na análise dos modelos articulados e ligeirinhos, é exposto que estes modelos possuem características que levam a uma menor imissão de ruído e conseqüentemente, uma melhor condição de trabalho para o motorista. Os estudos de Giovanini

(2002) e Zannin et al. (2003) confirmam esta diferença entre tipos de veículos, demonstrando uma maior exposição ao ruído em motoristas que trabalham predominantemente com veículos convencionais do que em veículos ligeirinhos.

Os dados das médias dos veículos são apresentados no gráfico 1, a seguir. Dessa forma, visualiza-se as diferenças encontradas nos diferentes tipos de ônibus.

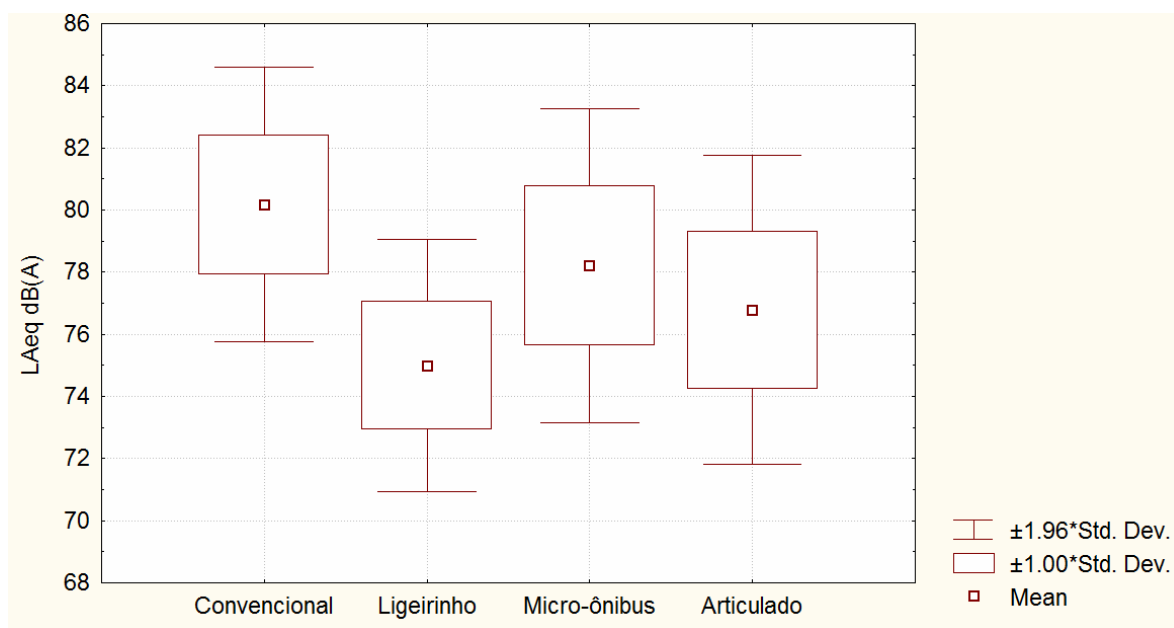


GRÁFICO 1 – RESULTADOS PARA MÉDIA E DESVIO-PADRÃO PARA O  $LA_{eq}$  NOS DIFERENTES TIPOS DE ÔNIBUS.

O resultado para o teste de comparação múltipla de Tukey é mostrado na tabela 7. O teste evidencia as diferenças estatísticas encontradas nos diferentes modelos de ônibus.

TABELA 7. RESULTADO DO TESTE DE TUKEY PARA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE OS DIFERENTES MODELOS DE ÔNIBUS.

$LA_{eq}$ dB(A)	Convencional	Ligeirinho	5,19500*
		Micro	1,91500
		Articulado	3,22500*
	Ligeirinho	Convencional	-5,19500*
		Micro	-3,28000*
		Articulado	-1,97000*
	Micro	Convencional	-1,91500
		Ligeirinho	3,28000*
		Articulado	1,31000
	Articulado	Convencional	-3,22500*
		Ligeirinho	1,97000*
		Micro	-1,31000
$LAF_{max}$ dB(A)	Convencional	Ligeirinho	3,21000*
		Micro	0,55500
		Articulado	0,73000
	Ligeirinho	Convencional	-3,21000*
		Micro	-2,65500*
		Articulado	-2,48000
	Micro	Convencional	-0,55500
		Ligeirinho	2,65500*
		Articulado	0,17500
	Articulado	Convencional	-0,73000
		Ligeirinho	2,48000
		Micro	-0,17500
$LAF_{min}$ dB(A)	Convencional	Ligeirinho	2,22000*
		Micro	1,91500
		Articulado	5,13000*
	Ligeirinho	Convencional	-2,22000*
		Micro	-0,30500
		Articulado	2,91000*
	Micro	Convencional	-1,91500
		Ligeirinho	0,30500
		Articulado	3,21500*
	Articulado	Convencional	-5,13000*
		Ligeirinho	-2,91000*
		Micro	-3,21500*

\* A diferença entre as médias é significativa ao nível de 0,05.

Os resultados da tabela 7 confirmam os apresentados na tabela 6, localizando a diferença entre os níveis de ruído nos diferentes tipos de ônibus. Foi encontrada diferença significativa na comparação entre o modelo

convencional, ligeirinho, articulado e micro-ônibus. Evidencia-se dessa forma, estatisticamente, que o modelo do ônibus influencia na imissão de ruído.

TABELA 8. RESULTADOS PARA ANOVA ONE-WAY ENTRE OS VEÍCULOS COM DIFERENTES DISPOSIÇÕES DO MOTOR.

Tipo de disposição do motor	Dianteiro	Traseiro	Meio do Primeiro Carro*	Traseiro** Articulado	p
$LA_{eq}$ dB(A)	79,2	75,0	77,8	72,4	0,000
$LAF_{max}$ dB(A)	90,3	87,4	89,9	89,5	0,010
$LAF_{min}$ dB(A)	67,6	66,3	64,4	57,5	0,000

$p < 0,05$

\* Disposição encontrada nos modelos articulados cujo motor é posicionado no meio do primeiro carro.

\*\* Disposição encontrada nos modelos articulados novos cujo motor é posicionado no final do segundo carro.

Como se observa na tabela 8, os resultados para a análise entre os tipos de ônibus mostraram diferença significativa entre os quatros modelos de disposição dos motores nos veículos,  $p < 0,05$ . Desta forma, pode-se inferir que a disposição do motor em diferentes lugares nos veículos influencia no nível sonoro equivalente ( $LA_{eq}$ ), demonstrando que os funcionários que trabalham com veículos de motor traseiro estão expostos a níveis inferiores de ruído em relação àqueles que atuam em ônibus com motor dianteiro.

TABELA 9. RESULTADOS DO TESTE DE TUKEY PARA COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE OS DIFERENTES MODELOS DE DISPOSIÇÃO DO MOTOR NOS ÔNIBUS.

LA <sub>eq</sub> dB(A)	Dianteiro	Traseiro	4,23750*
		Meio do Primeiro	1,46368
		Traseiro Articulado	6,82250*
	Traseiro	Dianteiro	-4,23750*
		Meio do Primeiro	-2,77382*
		Traseiro Articulado	2,58500
	Meio do Primeiro	Dianteiro	-1,46368
		Traseiro	2,77382*
		Traseiro Articulado	5,35882*
	Traseiro Articulado	Dianteiro	-6,82250*
		Traseiro	-2,58500
		Meio do Primeiro	-5,35882*
LAF <sub>max</sub> dB(A)	Dianteiro	Traseiro	2,93250*
		Meio do Primeiro	,39515
		Traseiro Articulado	,77750
	Traseiro	Dianteiro	-2,93250*
		Meio do Primeiro	-2,53735
		Traseiro Articulado	-2,15500
	Meio do Primeiro	Dianteiro	-,39515
		Traseiro	2,53735
		Traseiro Articulado	,38235
	Traseiro Articulado	Dianteiro	-,77750
		Traseiro	2,15500
		Meio do Primeiro	-,38235
LAF <sub>min</sub> dB(A)	Dianteiro	Traseiro	1,26250
		Meio do Primeiro	3,13397*
		Traseiro Articulado	10,05750*
	Traseiro	Dianteiro	-1,26250
		Meio do Primeiro	1,87147
		Traseiro Articulado	8,79500*
	Meio do Primeiro	Dianteiro	-3,13397*
		Traseiro	-1,87147
		Traseiro Articulado	6,92353*
	Traseiro Articulado	Dianteiro	-10,05750*
		Traseiro	-8,79500*
		Meio do Primeiro	-6,92353*

\* A diferença entre as médias é significativa ao nível de 0,05.

Os resultados da tabela 9 demonstram que a disposição do motor é um fator que implicará em uma maior imissão sonora e, portanto, um maior nível sonoro envolverá o receptor (motorista). Os modelos com motores dianteiros e com motores no primeiro segmento do veículo (modelos articulados)

apresentaram maiores níveis de pressão sonora. Com isso, confirma-se que os modelos de ônibus com motor traseiro causam um menor impacto no nível global de ruído a que o motorista está exposto.

No estudo de Silva e Mendes (2005) em ônibus urbanos na cidade de São Paulo, foram encontrados resultados médios de 83,6 dB(A) para os veículos com motor dianteiro e 77dB(A) para os veículos com motor traseiro. Pode-se observar que a disposição do motor foi um fator influente na magnitude do  $LA_{eq}$ .

Para Didone (2004), que tratou de ônibus da cidade de Florianópolis, o resultado das medições para os veículos com motor dianteiro foi de 81,3 a 88,6 dB(A) e para os veículos com motor traseiro foi de 73,4 a 83,2 dB(A). Desta forma, salienta-se que existe diferença entre os veículos com motor dianteiro e os com motor traseiro, havendo considerável decréscimo no  $LA_{eq}$  para os veículos de motor traseiro. O gráfico 2, apresenta a visualização da diferença entre dois grupos, o primeiro formado pelo veículos com motor dianteiro e o segundo com os veículos com motor traseiro.

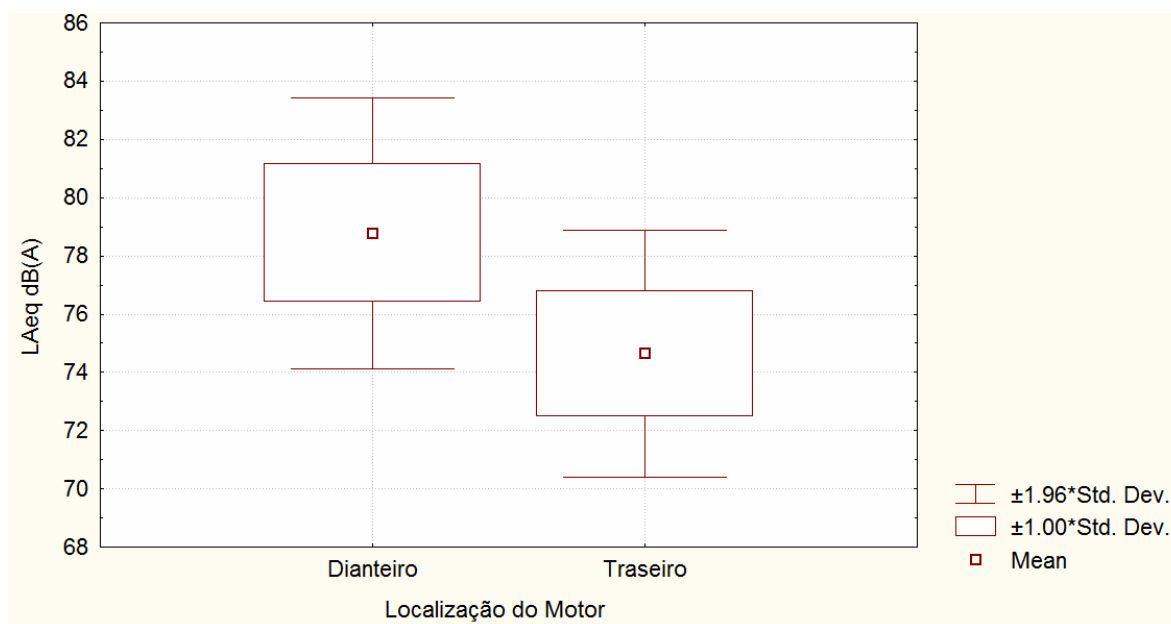


GRÁFICO 2 – RESULTADOS PARA MÉDIA E DESVIO-PADRÃO PARA O  $LA_{eq}$  NOS ÔNIBUS COM DIFERENTES LOCALIZAÇÕES DO MOTOR.



TABELA 10. CORRERAÇÕES DE PEARSON PARA COMPARAÇÃO ENTRE O ANO DE FABRICAÇÃO E AS MEDIÇÕES DE RUÍDO.

Tipo de veículo	Ano de fabricação e $LA_{eq}$	Ano de fabricação e $LA_{Max}$	Ano de fabricação e $LA_{min}$
Convencional	-0,432	-0,057	-0,478*
Ligeirinho	-0,522*	0,138	0,107
Micro-ônibus	-0,383	-0,564*	0,256
Articulados	-0,797**	-0,030	-0,821**

\* Correlação é significativa ao nível de 0,05.

\*\* Correlação é significativa ao nível de 0,01.

As correlações negativas encontradas entre o ano de fabricação do veículo e o  $LA_{eq}$ , apresentados na tabela 10, demonstram a associação entre ônibus mais velhos e uma maior imissão de ruído. Esta relação se torna mais evidente nos modelos articulados com uma correlação mais forte. Dentro desta amostra, foram contemplados desde veículos articulados com motor dianteiro fabricados no ano de 1994 a veículos com motor traseiro fabricados no ano de 2007. Estes últimos modelos revelaram o menor nível de pressão sonora equivalente. Com isso, observa-se que a nova frota de ônibus está atendendo a demanda de uma menor imissão de ruído por parte do veículo para os receptores, ou seja, os motoristas.

A seguir, são apresentados os gráficos para cada correlação entre o ano de fabricação e o  $LA_{eq}$  nos diferentes modelos de veículos.

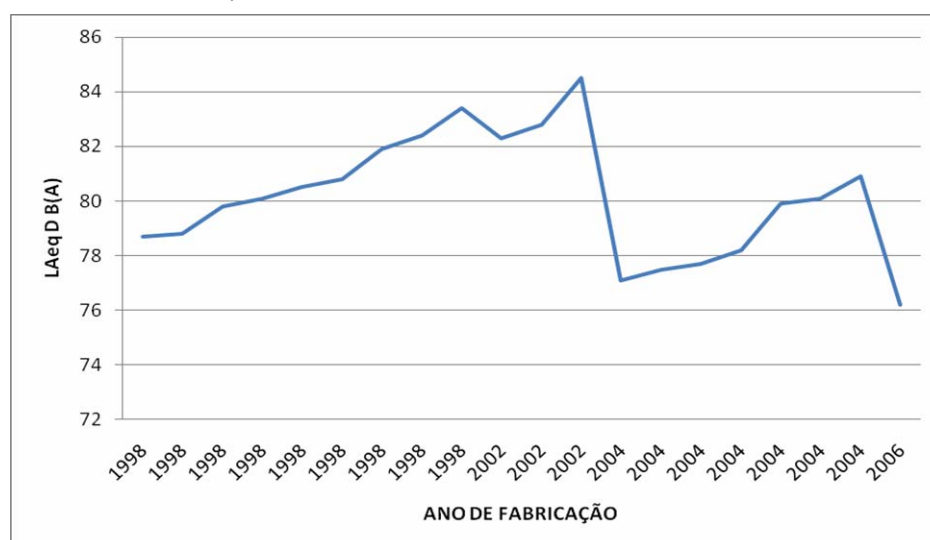


GRÁFICO 3. CORRELAÇÃO ENTRE O ANO DE FABRICAÇÃO E O  $LA_{eq}$  PARA O MODELO CONVENCIONAL.



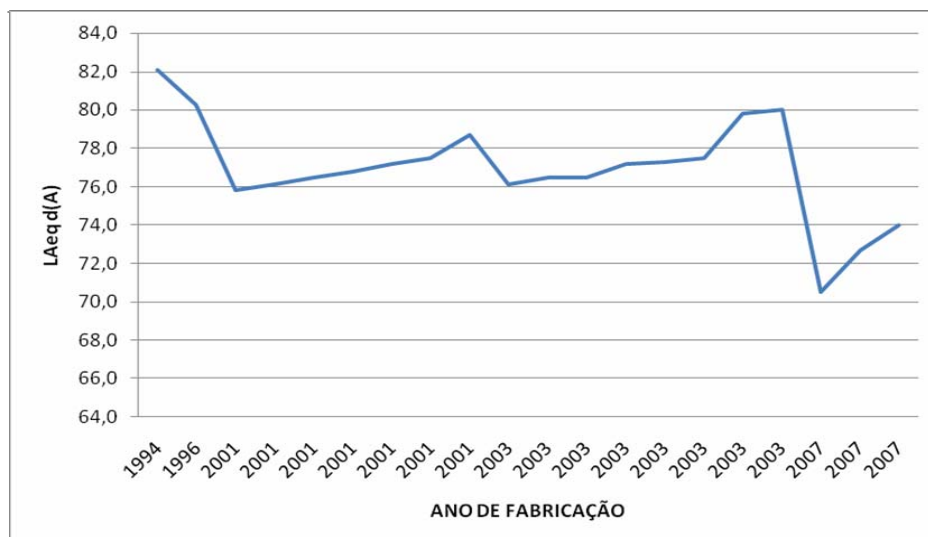


GRÁFICO 6. CORRELAÇÃO ENTRE O ANO DE FABRICAÇÃO E O  $LA_{eq}$  PARA O MODELO ARTICULADO.

Os gráficos apresentados não evidenciam grandes padrões de linearidade entre o ano de fabricação do veículo e a imissão de ruído. Porém, pode ser percebido que há uma tendência em que os modelos mais novos produzam menos ruído, devido às suas características tecnológicas recentes.

#### 4.3 RESULTADOS DA ANÁLISE SUBJETIVA

A análise subjetiva foi feita a partir da aplicação de um questionário, como apresentado no APÊNDICE II. O instrumento de avaliação foi composto por questões de identificação como idade, tempo de trabalho e tipo de veículo que dirigia e questões que deveriam ser apontadas em uma escala de intensidade, a fim de levantar a magnitude da interferência do ruído no trabalho e na saúde do indivíduo. O questionário foi aplicado em 200 motoristas, sendo que cada um recebeu instruções prévias para o preenchimento das questões e respondeu de maneira individual.

Os resultados da aplicação do questionário referentes às médias para a idade e tempo de trabalho são apresentados na tabela 11. A seguir, na tabela 12, é apresentada a distribuição dos motoristas quanto ao veículo em que atuam.

TABELA 11. RESULTADOS MÉDIOS REFERENTES À APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA A IDADE E TEMPO DE TRABALHO.

	Média (anos)	Desvio Padrão (anos)
Idade	44,8	10,5
Tempo de Trabalho	8,8	7,2

TABELA 12. RESULTADO PARA A QUANTIDADE DE MOTORISTAS QUE ATUAM NOS DIFERENTES MODELOS DE ÔNIBUS.

Tipo de Veículo	Quantidade
Convencional	72
Ligeirinho	21
Micro-Ônibus	47
Articulado	28
Mais de um tipo	32

Os resultados obtidos para a idade e tempo de trabalho demonstram que os motoristas estão expostos ao ruído por tempo consideravelmente alto (8,8 anos de média de exposição). No estudo de Freitas e Nakamura (2003), foi encontrada na amostra de motoristas considerada, uma média de idade para uma amostra de motoristas de 37,5 anos e tempo de trabalho de 3,5 anos. Os autores comentam que existe associação entre maiores idade e tempo de trabalho e surgimento de implicações na saúde de motoristas expostos a ruído excessivo em seu local de trabalho.

A tabela 12 mostra que a maioria da amostra revelou trabalhar com veículos do tipo convencional, seguido por aqueles que trabalham no modelo micro-ônibus. Com isso, constata-se que a maior parte dos funcionários está exposta a níveis mais elevados de ruído, pois, como já visto, os modelos convencionais e micro-ônibus são os ônibus que possuem os maiores valores medidos do  $LA_{eq}$ .

Os dados referentes ao questionamento sobre hipertensão revelaram que a amostra possuía 169 motoristas que referiram não possuir pressão alta. Pode-se notar que houve uma baixa prevalência de hipertensão na amostra estudada, uma vez que 15,5% (31 motoristas) relataram que possuíam pressão alta. Estudos têm associado a exposição ao ruído com o surgimento de

hipertensão e conseqüentes doenças cardiovasculares (BABISCH, 1998; NEUS E BOIKAT, 2000; TOPPILA et al., 2000; CORREA FILHO et al., 2002; ISING E KRUPPA, 2004).

O questionamento sobre a qualidade do sono nos motoristas revelou que a amostra possui 86,8 % declararam-se satisfeitos. Porém, não pode-se desvincular a interferência da exposição ao ruído no aumento do estresse psicológico e conseqüente perda de sono (ONZATO E RAMOS, 2001; ISING E KRUPPA, 2004).

As tabelas 13 e 14, a seguir, apresentam os resultados para a freqüência e quantidade de ruído percebido pelos motoristas presentes nos questionários.

TABELA 13. RESULTADO PARA FREQUÊNCIA E QUANTIDADE MÉDIAS DE INCÔMODO DO RUÍDO EMITIDO PELO ÔNIBUS.

Referência	Porcentagem Média
Frequência	36,0 %
Quantidade	33,1 %

TABELA 14. RESULTADO PARA FREQUÊNCIA E QUANTIDADE CLASSIFICADAS DENTRO DE TRÊS PADRÕES DE INCÔMODO AO RUÍDO.

Referência	Não sente Incômodo 0 a 10%*	Pouco Incômodo 11 a 49%	Muito Incômodo 50 a 100%
Frequência	98	32	70
Quantidade	104	31	65

\* Foi considerado como “não sente incômodo pelo ruído” de 0 a 10%, pois verificou-se que muitos funcionários relataram não sentir incomodo e assinalaram entre 0 e 1 cm no questionário.

De acordo com os resultados obtidos, foi encontrada uma média de 36% de freqüência de incômodo ao ruído e 33,1% de quantidade de incômodo ao ruído, na amostra de 200 motoristas. Porém, quando é analisada a tabela 14, é observado que existe um número considerável de pessoas que relataram estar incomodadas com o ruído (102 para freqüência e 96 para quantidade). As duas

quantidades se concentraram próximas da metade da amostra, dessa forma, é constata-se que existe uma quantidade relevante de incômodo na amostra estudada.

Em um estudo anterior, proposto por Giovannini (2002) foi verificado, em uma amostra de 120 motoristas e cobradores curitibanos que: 23% não relataram sentir incômodo, 45% relataram sentir pouco, 21% responderam que sentem incômodo médio e 11% disseram sentir muito incômodo com o ruído em suas profissões.

A seguir, são apresentadas as tabelas 15 e 16, que mostram os resultados para a frequência de incômodo do ruído em relação às seguintes fontes de emissão sonora: motor, tráfego, campainha, aviso sonoro de parada, abertura das portas e passageiros.

TABELA 15. FREQUÊNCIA DO INCÔMODO CAUSADO PELAS FONTES SONORAS NOS MOTORISTAS.

Referência de Incômodo	Porcentagem
Motor	30,1 %
Tráfego	28,1 %
Campainha	15,9 %
Aviso Sonoro de Parada	14,8 %
Abertura das Portas	10,3 %
Passageiros	16,6 %

TABELA 16. FREQUÊNCIA DO INCÔMODO CAUSADO PELAS FONTES SONORAS NOS MOTORISTAS.

Referência	Não sente Incômodo 0 a 10%*	Pouco Incômodo 11 a 49%	Muito Incômodo 50 a 100%
Motor	110	34	56
Tráfego	121	26	53
Campainha	148	29	23
Aviso Sonoro de Parada	151	29	20
Abertura das Portas	169	21	10
Passageiros	145	31	24

\* Foi considerado como “não sente incômodo pelo ruído” de 0 a 10%, pois verificou-se que muitos funcionários relataram não sentir incomodo e assinalaram entre 0 e 1 cm no questionário.

A tabela 16 mostra o resultado médio obtido para a frequência de determinadas causas no incômodo devido ao ruído na amostra de motoristas. Os resultados apontam para uma maior intensidade de incômodo causada pelo motor e pelo tráfego com 30,1% e 28,1% respectivamente. Freitas e Nakamura (2003), destacam a influência do posicionamento do motor na gênese do ruído ocupacional dentro dos ônibus. Os veículos com motor dianteiro contribuem de maneira significativa para uma maior exposição ao ruído e conseqüente aumento de probabilidade de ocorrer distúrbios auditivos, doenças cardiovasculares, alto estado de estresse, dentre outros fatores agravantes para a saúde do trabalhador, conforme afirma Siviero et al. (2005).

Outro fator que contribuiu para o incômodo geral ao ruído percebido pelos motoristas foi o ruído do tráfego, com 28,1%. Estudos têm demonstrado que o ruído de tráfego vem aumentando nos últimos anos, devido a um aumento na frota de ônibus, caminhões e carros (NEUS E BOIKAT, 2000; GIOVANINI, 2002; ZANNIN et al., 2003; BLUHM et al., 2004; ZANNIN, 2006). Os pesquisadores destacam que o ruído de tráfego é, atualmente um problema de saúde pública e que pessoas que trabalham constantemente expostas a estes níveis de pressão sonora, como os motoristas, podem sofrer impactos agudos na saúde. E em alguns casos, esses impactos podem levar a morte, como, por exemplo, no caso de um infarto fulminante do miocárdio.

No momento da aplicação do questionário, os motoristas relataram grande incômodo quanto aos horários de pico de tráfego, descrevendo como momentos tortuosos para o exercício da profissão. O excesso de veículos e o fluxo lento do tráfego, em geral, foram fatores extras mencionados e que contribuem para uma maior emissão sonora e conseqüente incômodo.

Os resultados para os efeitos na saúde dos motoristas são mostrados nas tabelas 17 e 18.

TABELA 17. RESULTADOS MÉDIOS PARA OS EFEITOS NA SAÚDE RELATADOS PELOS MOTORISTAS.

Referência de Incômodo	Porcentagem
Zumbido nos Ouvidos	24,5 %
Diminuição na Audição	18,5 %
Dor de Cabeça	19,8 %
Irritação	20,9 %
Dificuldade de Concentração	13,2 %

TABELA 18. RESULTADOS DOS EFEITOS NA SAÚDE RELATADOS PELOS MOTORISTAS.

Referência	Não sente 0 a 10%*	Pouco 11 a 49%	Muito 50 a 100%
Zumbido nos Ouvidos	129	30	41
Diminuição na Audição	145	29	26
Dor de Cabeça	141	27	32
Irritação	136	36	32
Dificuldade de Concentração	158	25	17

\* Foi considerado como “não sente” de 0 a 10%, pois verificou-se que muitos funcionários relataram não sentir e assinalaram entre 0 e 1 cm no questionário.

De acordo com a tabela 18, pode-se notar que os motoristas relataram que o zumbido no ouvido é sensação que está mais relacionada com a exposição ao ruído. Vários estudos têm detectado que o zumbido no ouvido é uma consequência do exercício da profissão de motorista (FREITAS e NAKAMURA, 2003; CORDEIRO et al., 1994; DIDONE, 2004; SIVIERO, 2005). Estes pesquisadores relatam que o zumbido nos ouvidos é um fator que depois desencadeará a diminuição da audição e posterior início de surdez, desta forma instalando-se a chamada PAIR (perda auditiva induzida pelo ruído). Porém, o zumbido e as condições desfavoráveis à saúde advindas do ruído (diminuição na audição, irritação, dor de cabeça e falta concentração), conforme Backman apud DIDONE (2004), ainda é um fator subjetivo para os motoristas, que na maioria dos casos relatam um maior desconforto com questões músculo-esqueléticas e negligenciando as relacionadas ao aparelho auditivo.



As fontes sonoras que mais contribuíram para o incômodo causado pelo ruído, em sua quantidade são mostradas nas tabelas 19 e 20.

TABELA 19. QUANTIDADE MÉDIA DE INCÔMODO CAUSADO PELAS FONTES SONORAS NOS MOTORISTAS.

Referência de Incômodo	Porcentagem
Motor	27,5 %
Tráfego	22,3 %
Campainha	15,0 %
Aviso Sonoro de Parada	13,4 %
Abertura das Portas	8,9 %
Passageiros	14,6 %

TABELA 20. QUANTIDADE DE INCÔMODO CAUSADO PELAS FONTES SONORAS NOS MOTORISTAS.

Referência	Não sente Incômodo 0 a 10%*	Pouco Incômodo 11 a 49%	Muito incômodo 50 a 100%
Motor	116	37	47
Tráfego	134	28	38
Campainha	147	32	21
Aviso Sonoro de Parada	152	29	19
Abertura das Portas	168	24	8
Passageiros	143	39	18

\* Foi considerado como “não sente incômodo pelo ruído” de 0 a 10%, pois verificou-se que muitos funcionários relataram não sentir incomodo e assinalaram entre 0 e 1 cm no questionário.

Os resultados para a sensação de intensidade de quantidade de ruído nos motoristas foram semelhantes aos da frequência. Os ruídos que mais incomodam os motoristas foram novamente o motor e o tráfego, com média de 27,5% e 22,3% respectivamente. Dessa forma, é revelado que o ruído do motor e o ruído de tráfego são as principais fontes sonoras que causam incômodo aos motoristas.

#### 4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS DOS DADOS SUBJETIVOS

Para avaliação da utilização da estatística paramétrica ou não-paramétrica, dados foram submetidos aos testes de Kolmogorov-Smirnov para verificação da normalidade e de Levene para homogeneidade. Os testes aplicados revelaram que as amostras possuem distribuição normal e têm características homogêneas. Dessa forma, foi empregada a estatística paramétrica para analisar as medições, tal qual foi utilizada nos dados objetivos.

A seguir, apresentam-se os resultados do teste de análise de variância (ANOVA One-Way), entre os grupos formados pelos motoristas que trabalhavam com diferentes tipos de ônibus (tabela 21).

TABELA 21. RESULTADOS PARA ANOVA ONE-WAY ENTRE OS MOTORISTAS QUE TRABALHAVAM COM DIFERENTES MODELOS DE VEÍCULOS.

Parâmetros	p
Idade	0,174
Tempo de Trabalho	0,487
Satisfação com o Sono	0,417
Frequência de Incômodo do Ruído	0,862
Quantidade de Incômodo do Ruído	0,861
Frequência de Incômodo do Motor	0,683
Frequência de Incômodo do Tráfego	0,102
Frequência de Incômodo da Campainha	0,104
Frequência de Incômodo do Aviso Sonoro	0,204
Frequência de Incômodo do Aviso de Parada	0,503
Frequência de Incômodo dos Passageiros	0,130
Sensação de Zumbido	0,869
Sensação de Diminuição na Audição	0,809
Dor de Cabeça	0,646
Irritação	0,305
Dificuldade de Concentração	0,398
Quantidade de Incômodo do Motor	0,797
Quantidade de Incômodo do Tráfego	0,245
Quantidade de Incômodo da Campainha	0,082
Quantidade de Incômodo do Aviso Sonoro	0,582
Quantidade de Incômodo do Aviso de Parada	0,419
Quantidade de Incômodo dos Passageiros	0,288

$p < 0,05$

O resultado para a comparação entre os grupos de motoristas que trabalhavam com veículos convencionais, ligeirinhos, micros, articulados e com vários veículos demonstrou não haver diferença significativa entre as variáveis do questionário para a análise de variância. Comparando os resultados das medições de ruído dentro do ônibus e as respostas dos motoristas ao questionário revela-se um contraste. Os motoristas que dirigem os ônibus com maior ruído não relataram maior incômodo e nem problemas relacionados à saúde.

Como o resultado da análise de variância não evidenciou diferença estatística, não são apresentados os resultados do teste de comparação múltipla, devido a não relevância na análise.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo avaliou a exposição ocupacional ao ruído em motoristas de ônibus urbanos na cidade de Curitiba – PR. Para tanto, foram realizadas medições objetivas e subjetivas de ruído. Realizaram-se as medições objetivas, com a mensuração do nível de pressão sonora equivalente em 80 veículos de quatro modelos diferentes. Quanto às medições subjetivas, foi aplicado um questionário a 200 motoristas de ônibus, buscando levantar o nível de incômodo ao ruído que estes indivíduos estavam sentindo.

Os resultados para as medições objetivas revelaram que os veículos estavam de acordo com as normas NR-15 e NHO-01, no que diz respeito à emissão de ruído ocupacional dentro dos ônibus, para uma exposição de 8 horas. Porém, alguns veículos apresentaram níveis de ruído muito próximos do limite das normas e acima de 65 dB(A), o que pode tornar o ambiente de trabalho desconfortável e, também, propiciar o início de distúrbios na saúde relacionados à exposição ao ruído.

Os modelos de ônibus convencionais apresentaram maiores níveis de ruído, seguidos pelos micro-ônibus, depois os articulados e, por último, os modelos ligeirinhos. Foram encontradas diferenças significativas entre os diferentes tipos de ônibus. Também foi encontrada diferença estatística na comparação entre os modelos com diferentes disposições de motor. Os veículos com motor dianteiro apresentaram maiores níveis de pressão sonora equivalente do que os modelos com motor traseiro.

Não foram encontradas correlações relevantes entre o ano de fabricação dos veículos e o  $LA_{eq}$ . Contudo, ao observarem-se os modelos mais antigos e comparando-os subjetivamente aos mais novos, verifica-se que os ônibus mais velhos possuem um ambiente de trabalho mais desfavorável ao exercício da profissão de motorista.

Os resultados dos questionários aplicados revelaram que a amostra de 200 motoristas possuía média de idade de 44,8 anos e tempo de trabalho de 8,8 anos. Quanto aos modelos de veículos em que trabalhavam, a distribuição era: 72 em convencionais, 21 em ligeirinhos, 47 em micro-ônibus, 28 em articulados e 32 trabalhavam em vários modelos de ônibus.

O questionamento sobre hipertensão revelou que 15,5% da amostra relatou possuir pressão alta. Sobre a qualidade do sono, houve uma satisfação média de 88,8 % na amostra de motoristas.

A análise do incômodo sentido pelos motoristas em relação ao ruído emitido pelo ônibus mostrou que existia uma frequência de incômodo de 36% na amostra. Com relação à quantidade de incômodo do ruído, foi verificado 33,1%.

Os resultados para a análise estatística revelaram que não houve diferença entre os parâmetros do questionário entre os grupos de motoristas que dirigiam diferentes veículos. Porém, ao analisar-se em relação às médias, a avaliação objetiva demonstra que existe diferença entre os modelos de ônibus.

Por fim, o estudo colaborou para o entendimento da situação de trabalho dos motoristas, com relação ao ruído percebido por estes indivíduos e as condições em que se encontram esta amostra de ônibus. No entanto, ao se analisar os questionários, nota-se que devem ser feitos mais estudos para entender a relação destes funcionários com as questões referentes ao seu trabalho.

Sugere-se em trabalhos futuros que sejam feitas avaliações em horário regular de tráfego, com o veículo em alta rotação e com a presença de passageiros. Outros métodos para quantificar a sensação de incômodo ao ruído poderiam ser utilizados, tal como, avaliações audiométricas feitas nos exames periódicos dos indivíduos. Poderia ser avaliado a exposição ao ruído com a utilização de dosímetros, os quais, teriam uma maior reprodução do ambiente sonoro em que o motorista esta inserido.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRY, F. G. **O problema do ruído industrial e seu controle**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1985.
- ALMEIDA, E. O. P.; SILVA, M. S. MORAES, I. F. Avaliação audiológica de altas frequências em indivíduos normais: mudança de posicionamento do fone de ouvido. **ACTA ORL/Técnicas em Otorrinolaringologia**. v. 25, n. 2, 2007.
- ALVES FILHO, J. M. **O Ruído no Ambiente de Trabalho: Sua Influência nos Aspectos Biopsicossociais do Trabalhador**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
- AZEVEDO, A. P. M. **Efeito de Produtos Químicos e Ruído na Gênese de Perda Auditiva Ocupacional**. Dissertação de Mestrado – Escola Nacional de Saúde Pública, 2004.
- AZEVEDO, R.; LIMA, M. L. **Componentes Psicossociais do Ruído: As Medições Cognitivas do Ruído em Diferentes Grupos Profissionais**. I Colóquio psicologia espaço e ambiente. Universidade de Évora, 2002.
- BABISCH, W. Epidemiological studies of the cardiovascular effects of occupational noise – a critical appraisal. **Noise & Health**. v. 1, 1998.
- BELOJEVIC, G.; JAKOVLEVIC, B. Subjective reactions for traffic noise with regard to some personality traits. **Environmental International**. v. 23, n. 2, 1997.
- BELOJEVIC, G.; JAKOVLJEVIC, B.; SLEPCEVIC, V. Noise and mental performance: attributes and noise sensivity. **Noise & Health**. v. 6, n. 26, 2003.
- BERNE, R. M.; LEVY, M. N. **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1990.
- BLUHM, G.; NORDLING, E.; BERGLING, B. Road traffic noise and annoyance – an increasing environment health problem. **Noise & Health**. v. 6, n. 24, 2004.
- BROWNELL, W. E. et al. Evoked mechanical responses of isolated hair cells. **Science**. v. 227, 1985.
- BRUEL & KJAER. **Sound and Vibration Master Catalogue**. 2002.
- CALIXTO, A. **O Ruído Gerado pelo Tráfego de Veículos em “Rodovias-Grandes Avenidas” Situadas Dentro do Perímetro Urbano de Curitiba, Analisado sob Parâmetros Acústicos Objetivos e seu Impacto Ambiental**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2002.

CARVALHO, M. J. M. Poluição sonora no trânsito e no interior dos ônibus de Belo Horizonte. **ANAIS - Simpósio Brasileiro de Acústica Veicular**. v. 4, 1997.

COHEN, A. **Extra Auditory Effects of Occupational Noise-Part I: Disturbances to physical and mental health**. In National safety news. v. 108, 1973.

CORDEIRO, R.; LIMA FILHO, E. C.; FISCHER, F. M.; MOREIRA FILHO, D. C. Associação da pressão arterial diastólica com o tempo acumulado de trabalho entre motoristas e cobradores. **Revista de Saúde Pública**. v. 27, n. 5, 1993.

CORDEIRO, R.; LIMA FILHO, E. C.; NASCIMENTO, L. C. R. Associação da perda auditiva induzida pelo ruído com o tempo acumulado de trabalho entre motoristas e cobradores. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 10, n. 2, 1994.

CORLLET, N; WILSON, J. **The ergonomics of working postures**. London: Taylor & Francis, 1986.

CORREA FILHO, H. R.; COSTA, L. S.; HOEHNE, E. L.; NASCIMENTO, L. C. R.; MOURA, E. C. PEREZ, M. A. G. Perda auditiva induzida por ruído e hipertensão em condutores de ônibus. **Revista de Saúde Pública**. v. 36, n. 6, 2002.

DIDONE, J. A. **Perda Auditiva dos Motoristas de Ônibus por Exposição ao Ruído: Medição, Análise e Proposta de Prevenção**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

FLEIG, R. **Perda Auditiva Induzida por Ruído em Motoristas de Caminhão de Lixo Urbano**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

FONSECA, C. J.; NICÓTERA, F. N.; GRONCHI, C. C.; PASTORELLO, N. A; ALVES, L. C. **Avaliação da Exposição ao Ruído dos Motoristas e Cobradores de Ônibus de São Paulo**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1993.

FREITAS, G. F. F.; NAKAMURA, H. Y. Perda auditiva induzida por ruído em motoristas de ônibus com motor dianteiro. **Saúde em Revista**. v. 5. n. 10, 2003.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional: NHO – 01**. São Paulo, 1999.

GANONG, W. F. **Fisiologia Médica**. 5 ed. São Paulo: Atheneu. 1989.

GELFAND, S. A. **Hearing: An Introduction to Psychological and Physiological Acoustics**. New York. Marcel Dekker. 1998.

GERGES, S. N. Y. **Ruído – Fundamentos e Controles**. 2 ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

GIOVANINI, C. R. **Estudo do Ruído no Transporte Coletivo da Cidade de Curitiba**. Relatório de Iniciação Científica. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002.

GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: Adaptando o Trabalho ao Homem**. 4<sup>o</sup>. ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

GOELZER B.; HANSEN C. H.; SEHRNDT G. A. **Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and Control**. Dortmund: Federal Institute for Occupational Safety and Health, 2001.

GULIAN, E.; MATTHEWS, G.; GLENDON, A.I. et al. Dimensions of driver stress. **Ergonomics**. v. 32, n.6, 1989.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Fisiologia Humana e Mecanismos das Doenças**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

HASSAL J. R.; ZAVERI, K. **Acoustic Noise Measurement**. 4. ed. 1979.

HERBST, K. Brazil's model city. **Planning**. v. 58, n. 9, 1992.

HOUSSAY, B. **A Fisiologia Humana**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1984.

ISING, H; PRASHER, D. Noise as a stressor and its impact on health. **Noise & Health**. v. 7, 2000.

ISING, H; KRUPPA, B. Health effects caused by noise: evidence in the literature from the past 25 years. **Noise & Health**. v. 6, n. 22, 2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION. **Acoustics Determination of Occupational Noise Exposure and Estimation of Noise-Induced Hearing Impairment: ISO 1999**. Geneva, 1990.

JARZAB, J. T.; LIGHTBODY, J.; MAEDA, E. Characteristics of bus rapid transit projects. **Journal of Public Transportation**. v.5, n. 2, 2002.

KATZ, J. **Tratado de Audiologia Clínica**. 4 ed. São Paulo: Manole, 1999.

KAWADA, T. The Effect of Noise on the Health of Children. **Journal Nippon Medicine School**. v. 71, n. 1, 2004.

KEJELLBERG, A.; MUHR, P.; SKOLDSTROM, B. Fatigue after work in noise – an epidemiological survey study and three quase-experimental field studies. **Noise & Health**. v. 1. 1998.

KINSLER, L. E.; FREY, A. R.; COPPENS, A. B.; SANDERS, J. V. **Fundamentals of Acoustics**. 3<sup>a</sup> ed. USA, 1982



KOUSHKI, P. A.; ALI, M. A.; CHANDRASEKHAR, B. P. AL-SARAWI, M. Exposure to noise inside buses in Kuwait: measurements and passenger attitudes. **Transport Reviews**. v. 22, n. 3, 2002.

LACERDA, A. P. **Audiologia clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1976.

LAGE, J. T. **Níveis de Ruído no Interior de Trens Metropolitanos - Caso São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Campinas, 2003.

LATANCE J, S Desmistificando o tabu do ruído nos motoristas de ônibus de São Paulo. **Revista CIPA**. 2001.

LEVINSON, H. S.; ZIMMERMAN, S.; CLINGER, F.; RUTHERFORD, S. C. Bus rapid transit: an overview. **Journal of Public Transportation**. v.5, n. 2, 2002.

MASCHKE, C. Preventive medical limits for chronic traffic noise exposure. **Acustica**. v. 85, 1999.

MACLEOD, K. **Orienting Urban Planning to Sustainability in Curitiba, Brazil**. Disponível em:

<<http://www3.iclei.org/localstrategies/summary/port/curitiba.html>>. Acesso em 18 de abr 2008.

MILOSEVIC, S. Driver's fatigue studies. **Ergonomics**, v.40, n.3, 1997.

MULDERS, H. P. G.; MEIJMAN, T. F.; O'HANLON, J. F. Differential psychophysiological reactivity of city bus drivers. **Ergonomics**, v.25, n.11, 1982.

NASCIMENTO, I. B. **Evoluções das Condições Ergonômicas no Posto de Trabalho do Motorista de Ônibus Urbano**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

NEPOMUCENO, L. X. **Acústica Técnica**. São Paulo: Etergil, 1968.

NEUS, H.; BOIKAT, U. Evaluation of traffic noise-related cardiovascular risk. **Noise & Health**. v. 7. 2000.

NETTER, F. H. **CD-ROM: Atlas de Anatomia Humana**. Novartis, 1999.

NORMA REGULAMENTADORA. **Atividades e Operações Insalubres: NR – 15**. Atlas, São Paulo, 1992.

ONozato, E; RAMOS, S. P. O Estresse na Profissão de Motorista do Transporte Coletivo Urbano por Ônibus. I **Jornada Científica do Centro-Oeste de Economia e Administração - UFMS**. 2001.

PATWARDHAN, M. S.; KOLATE, M. M.; MORE, T. A. To assess effect of noise on hearing ability of bus drivers by audiometry. **Indian Journal of Physiology Pharmacology**. v. 35, n. 1, 1991.

PETERSON, D. R.; BRONZINO, J. D. **Biomechanics: Principles and Applications**. 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 2008.

POWAZKA, E.; PAWLAS, K.; MARKIEWICZ, B. Z.; ZEJDA, J. E. A cross-sectional study of occupational noise exposure and blood pressure in steelworkers. **Noise & Health**. v. 5, n. 17, 2002.

QUADROS, F. S. **Avaliação do Ruído Ambiental Gerado por Veículo de Utilidade Pública Estudo de Caso: Caminhão de Coleta de Resíduos Domiciliar**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2004.

QUEIROGA, M. R. **Influência dos Fatores Individuais na Incidência de Dor Músculo Esquelética em Motoristas de Ônibus da Cidade de Londrina PR**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

SANTOS JUNIOR, E. A. De que adoecem e morrem os motoristas de ônibus? **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**. v. 1, n. 3, 2003.

SATO, L. Adjetivando a vivência. O conceito de penosidade sob o ponto de vista dos motoristas de ônibus. **Proteção**. 1996.

SCHULTZ, T. **Community Noise Rating**. 2. ed. London: Applied Science Publishers, 1982.

SILVA, F. S.; MENDES, R. Exposição combinada entre ruído e vibração e seus efeitos sobre a audição de trabalhadores. **Revista de Saúde Pública**. v. 39, n. 1. 2005.

SILVA, G. A.; SANT'ANA, J. A. Análise dos aspectos qualitativos de vias exclusivas em sistemas modernos de ônibus. **Caminhos de Geografia**. v. 7, n.18, 2006.

**Site Exclusivo do Transporte Coletivo de Curitiba**. Disponível em: <http://www.onibusdecuitiba.com.br>. Acesso em 20 de abril de 2008.

SIVIERO, A. B.; FERNANDES, M. J.; LIMA, J. A. C.; SANTONI, C. B.; BERNARDI, A. P. A. Prevalência de perda auditiva em motoristas de ônibus do transporte coletivo da cidade de Maringá – PR. **Revista CEFAC**. v. 7, n. 3, 2005.

SMITH, A. A review of the non-auditory effects of noise on health. **Work and stress**. v. 5, n. 1, 1991.

SMITH, N.; HENSHER, D. The future of exclusive busways: the Brazilian experience. **Transport Reviews**. v. 18, n. 2, 1998.

TANIGUCHI, G.; OBA, L.; DUARTE, F. **O Transporte Coletivo de Curitiba como Integrador Tecnológico de Políticas Públicas**. III Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2006, Brasília. Anais do III Encontro ANPPAS, 2006.

TOPPILA, E.; PYYKKO, I.; STARCK, J.; KAKSONEN, R.; ISHIZAKI, H. Individual risk factors in the development of noise-induced hearing loss. **Noise & Health**. v. 8. 2000.

TSE, J. L. M.; FLIN, R.; MEARNS, K. Bus driver well-being review: 50 years of research. **Transportation Research Part F**. v. 9, 2006.

VERA, L. A. N.; FISCHMANN, A. A. **Análise dos Atores na Gestão do Sistema de Transportes Públicos na Cidade de Curitiba**. ENCONTRO DA ANPAD – Foz do Iguaçu, 1999.

VUCHIC, V. R. Bus Semirapid Transit Mode Development and Evaluation. **Journal of Public Transportation**. v.5, n. 2, 2002.

ZANNIN, P. H. T. Occupational noise in urban buses. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 36, 2006.

ZANNIN, P.H.T.; DINIZ, F. B.; GIOVANINI, C. R.; FERREIRA, J. A. C. Interior noise profiles of buses in Curitiba. **Transportation Research Part D**. v.8, 2003.

ZEIGELBOIM, B. S.; JURKIEWICZ, A. L.; RIBEIRO, S. B. A.; MASSETO, J. M.; KLAGENBERG, K. F. Achados vestibulococleares em indivíduos com zumbido sem queixa de tontura. **Arquivos de Otorrinolaringologia**. v.9, n. 3, 2005.

**APÊNDICE I**

## Ficha de Dados dos Ônibus

Veículo N<sup>o</sup>: \_\_\_\_\_

Modelo:

- ☐ CONVENCIONAL
- ☐ LIGEIRINHO
- ☐ MICRO-ÔNIBUS
- ☐ ARTICULADO

Ano de Fabricação: \_\_\_\_\_

Localização do Motor:

- ☐ DIANTEIRO
- ☐ TRASEIRO
- ☐ MEIO DO PRIMEIRO CARRO
- ☐ TRASEIRO ARTICULADO

Nível de Pressão Sonora:

LA<sub>eq</sub>: \_\_\_\_\_ dBLA<sub>min</sub>: \_\_\_\_\_ dBLA<sub>max</sub>: \_\_\_\_\_ dB

**APÊNDICE II****Questionário Aplicado dos Motoristas**

1 – Qual é a sua idade? \_\_\_\_\_

2 – Há quanto tempo você trabalha nesta empresa? \_\_\_\_\_

3 – Qual tipo de ônibus você dirige freqüentemente?

( ) CONVENCIONAL

( ) LIGEIRINHO

( ) MICRO-ÔNIBUS

( ) ARTICULADO

4 – Você possui pressão alta?

( ) SIM

( ) NÃO

5 – Você consegue dormir tranquilamente de noite?

[ \_\_\_\_\_ ]  
NUNCA SEMPRE

6 – Quando você está trabalhando, com que freqüência o barulho que é produzido pelo ônibus lhe incomoda?

[ \_\_\_\_\_ ]  
NUNCA SEMPRE

7 – Quando você está trabalhando, quanto o barulho do ônibus lhe incomoda?

[ \_\_\_\_\_ ]  
NADA MUITO

8 – Quando você está trabalhando, com que frequência estes barulhos lhe incomodam?

MOTOR.....	[_____]
	NUNCA SEMPRE
TRÁFEGO.....	[_____]
	NUNCA SEMPRE
CAMPAINHA.....	[_____]
	NUNCA SEMPRE
AVISO SONORO DE PARADA.....	[_____]
	NUNCA SEMPRE
ABERTURA DAS PORTAS.....	[_____]
	NUNCA SEMPRE
PASSAGEIROS.....	[_____]
	NUNCA SEMPRE

9 – Sente algum efeito em sua saúde, provocado pelo barulho do ônibus?

ZUMBIDO NOS OUVIDOS.....	[_____]
	NADA MUITO
DIMINUIÇÃO DA AUDIÇÃO.....	[_____]
	NADA MUITO
DOR DE CABEÇA.....	[_____]
	NADA MUITO
IRRITAÇÃO.....	[_____]
	NADA MUITO
DIFICULDADE DE CONCENTRAÇÃO.....	[_____]
	NADA MUITO

10 – Quando você está trabalhando, quanto estes barulhos lhe incomodam?

MOTOR.....	[_____]
	NADA MUITO
TRÁFEGO.....	[_____]
	NADA MUITO
CAMPAINHA.....	[_____]
	NADA MUITO
AVISO SONORO DE PARADA.....	[_____]
	NADA MUITO
ABERTURA DAS PORTAS.....	[_____]
	NADA MUITO
PASSAGEIROS.....	[_____]
	NADA MUITO